شناخت‌نامهٔ جامع دایناسورهای ایران و جهان

دایناسورها

فرهنگ‌نامهٔ





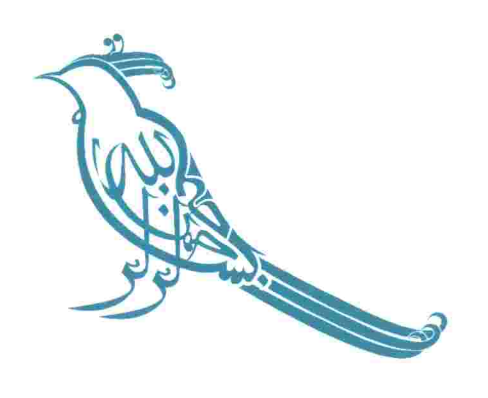
عرفان خسروی

متولد ۱۳۶۲، تهران
کارشناس زیست‌شناسی جانوری از دانشگاه تهران
کارشناس ارشد بیوسیستماتیک جانوری از دانشگاه شهیدبهشتی
مدرّس زیست‌شناسی در دوره‌های راهنمایی و دبیرستان مدارس استعدادهای درخشان
مدرّس جانورشناسی و تکامل در دوره‌های المپیاد زیست‌شناسی
مؤلف کتاب‌های فسیل‌شناسی مهره‌داران، و جانورشناسی مقایسه‌ای و مترجم کتاب مینوی طبیعت
نویسندهٔ مقالات دیرینه‌شناسی و زیست‌شناسی در مجلات علمی داخلی
همکار در پروژهٔ پی‌جویی دایناسورها در کرمان و پروژه‌های فسیلی دیگر در مناطق ساوه و مراغه
مؤلف مقالات تخصصی در زمینهٔ دیرینه‌شناسی مهره‌داران و ردپاهای دایناسورها در همایش‌های داخلی و خارجی



محمدرسول حقانی

متولد ۱۳۵۹، رشت
دیپلم گرافیک از هنرستان کمال‌الملک رشت
لیسانس نقاشی از دانشکدهٔ هنر و معماری دانشگاه آزاد اسلامی
سوابق کاری: طراحی جلد، همکاری چهارساله در سه پروژهٔ انیمیشن در استودیو صبا
برگزاری نمایشگاه‌های انفرادی نقاشی، تصویرسازی برای کتاب‌ها و مجلات کودک و نوجوان



ابتـدای کار، سـیمرغ ای عجـب
جلوه‌گر بگذشت بر چین، نیم‌شب
در میـان چیـن فتـاد از وی پری
لاجرم پرشـور شـد هر کشـوری
آن پر اکنون در نگارستان چینست
اطلبوا العلم ولو بالصّین ازینست
عطار



سرشناسه: خسروی، عرفان،۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور: فرهنگنامه دایناسورها(شناخت‌نامه جامع دایناسورهای ایران و جهان)/ نویسنده عرفان خسروی.
مشخصات نشر: تهران:طلایی،۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری: ۲۱۶ص.: مصور(بخشی رنگی).
شابک: ۲۰۰۰۰۰ ریال: ۴-۹-۹۱۴۷۶-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
یادداشت: نمایه .
موضوع: دایناسورها
رده بندی کنگره: ۱۳۹۰ QE۸۶۲ ۵خ۲ د/
رده بندی دیویی: ۵۶۷/۹
شماره کتابشناسی ملی: ۲۲۸۰۹۳۰



نشر طلایی

فرهنگ‌نامهٔ دایناسورها
(شناخت‌نامهٔ جامع دایناسورهای ایران و جهان)
مدیر تولید و برنامه‌ریز: کاظم طلایی
نویسنده: عرفان خسروی
تصویرگر ارشد: محمدرسول حقانی
دستیاران تصویرگر: اکبر افشار، حمید سوادکوهی
طراح گرافیک: محمدمهدی رضانی
ویراستار: افسانه حجتی طباطبائی
تعداد: ۵۰۵۰ نسخه
چاپ دوم: فروردین ۱۳۹۱
شابک: ۴_۹_۹۱۴۷۶_۶۰۰_۹۷۸

تلفن: ۸۸۸۳۸۱۶۳ _۰۲۱ نمابر: ۸۸۸۱۱۵۷۵ _۰۲۱ تلفن همراه: ۰۹۱۲۶۰۱۶۴۱۹
www.talaee.ir nashre.talaee@gmail.com



عرفان خسروی

تصویرگر ارشد: محمدرسول حقانی

دستیاران تصویرگر: اکبر افشار، حمید سوادکوهی

طراح گرافیک: محمدمهدی رمضانی

فهرست مطالب

سخنی در آغاز
تنوع زیستی و سنگواره‌ها

دایناسورها موجوداتی عجیب، اسرارآمیز و جذاب‌اند. آن‌قدر جذاب که انگار دنیا به تب دایناسور مبتلا شده است. دایناسورها و البته موضوعات جذاب دیگری مثل ستاره‌شناسی، فضانوردی، حیات‌وحش و فناوری، دانش را به موضوعی عمومی و خوشایند برای بچه‌ها تبدیل می‌کند. بدون این جذابیت، هرکدام از این رشته‌های علمی مثل همهٔ موضوعات جدی دیگر پر از جزئیات فنی و خسته‌کننده به‌نظر می‌رسند. البته همین جزئیات برای متخصصان هیجان‌انگیزند اما آنچه دایناسورها را به قهرمانان فیلم‌های سینمایی، کتاب‌های کودکان و مستندهای تلویزیونی، شخصیت‌های اسباب‌بازی و خوراکی‌های خوش‌مزه تبدیل می‌کند، همان نیرویی است که قلب کودکان را از تماشای این جانوران مهیب و شگفت‌انگیز به تپش می‌آورد!

اتفاقاً بسیاری از متخصصان دایناسورشناس ـ و نیز خود من، که دانشجوی جانورشناسی هستم ـ از روی همان هیجان کودکانه تصمیم گرفتند دایناسورشناس بشوند! همیشه پای موزه‌های تاریخ طبیعی، کتاب‌های علمی کودکان و اسباب‌بازی‌های خاطره‌انگیز دوران بچگی در میان بوده است تا این آدم‌ها دیوانهٔ دنیای پرگردوخاک سنگواره‌ها بشوند.

خود من این اتفاق را مدیون دو کتاب هستم: کتابی که وقتی هفت سالم بود، پدرم یک بعدازظهر جمعه در راه خانه برایم خرید و هر دوی ما ساعت‌ها مشغول آن بودیم. او اسم دایناسورهای توی کتاب را بلد بود و در مورد آن‌ها چیزهایی از دوران دانشگاه به‌خاطرمی‌آورد. در آن هشت‌سالهٔ جنگ، موضوعاتی چون ستاره‌شناسی، سیاه‌چاله‌ها، سنگواره‌ها، پیدایش گیتی، اکتشاف فضا و سرانجام، دایناسورها بودند که جای قصه‌های کودکانه را در خانهٔ ما پرمی‌کردند. سپس، من گنجینهٔ کتاب‌های درسی قدیمی پدر و مادرم را کشف‌کردم. مادرم از این‌که من مات آن مطالب خسته‌کننده و جدی می‌شدم، تعجب می‌کرد و من از اینکه چرا آن‌ها مسحور آن کتاب‌ها نمی‌شدند! کتاب دومی که تیشه به ریشهٔ علاقهٔ آن روزهای من به فیزیک زد، رمان «پارک ژوراسیک» بود. کرایتون فقید در دوگانهٔ ارزشمند خود، با قلم جادویی‌اش از افسون دایناسورها برای نقالی افسانه‌ای دیگر استفاده‌کرده بود. پس از خواندن داستان کرایتون من دیگر نمی‌خواستم دایناسورشناس شوم! نظریهٔ آشوب، تکامل، محیط‌زیست، و نقد پنهان کرایتون به فناوری و اندیشهٔ مصلحت‌گرایی، سبب شد که تصمیم بگیرم زیست‌شناس شوم و زیست‌شناسی یعنی رشته‌ای دربرگیرنده و فراتر از دیرینه‌شناسی. میان مطالعهٔ آن کتاب تا عملی‌شدن این تصمیم چندسالی فاصله افتاد. من که در دورهٔ دبیرستان در رشتهٔ ریاضی درس خوانده بودم؛ شاید چون از روبه‌رو شدن با زیست‌شناسی ـ به‌عنوان درس و تکلیف ـ می‌ترسیدم اما سرانجام در دانشگاه به یک دانشجوی جانورشناسی تبدیل شدم. انتخابی که آن روزها برای بسیاری عجیب بود. درواقع، هیچ‌وقت دلم نمی‌خواست پزشک یا مهندس شوم. هیجانی که از کودکی در پس دانش می‌جستم و می‌یافتم، مرا در برابر مشکلات رویین‌تن می‌کرد. در دانشگاه نگاه جدی‌تر به تنهٔ درخت حیات، باعث شد محکم‌تر شوم و تکامل برای من به موضوعی محوری در زیست‌شناسی تبدیل گردد؛ تکامل و البته تنوع زیستی.

اکنون می‌توانم به پرسشی که احتمالاً در ذهن و ضمیر بسیاری از دوستان بوده است، راحت‌تر پاسخ دهم. تنوع زیستی گنجینهٔ مقدسی است که باید از آن حفاظت‌کنیم؛ موهبت الهی بی‌مانندی است که جز آن هیجان کودکانه، منشأ بسیار چیزهای خوب دیگر هم هست؛ مثلاً داروها و مواد کاربردی فراوانی که منشأ هرکدام از آن‌ها موجودی منزوی در گوشه‌ای از تنوع رنگارنگ حیات است؛ حتی بدون چنین تنگ‌چشمی سوداگرانه‌ای نیز همهٔ انسان‌ها وام‌دار این تنوع زیستی هستند. وام‌دار طبیعت به‌عنوان گاهواره‌ای که در آن بالیده‌ایم و وام‌دار جاندارانش که زندگی ما به زنده‌بودن آن‌ها وابسته‌است. هوایی که تنفس‌می‌کنیم، آبی که می‌نوشیم و غذایی که می‌خوریم، به «تنوع زیستی» وابسته‌اند؛ دقیقاً وابسته به «تنوع». چیزی که ما را نگران می‌کند، تنها انقراض شکارهای بزرگ، مثل ببر و کرگدن، به دست شکارچیان هوس‌ران و خوش‌گذران نیست. جنگل‌هایی که همراه آن‌ها نابود می‌شوند، حیواناتی که در آن جنگل‌ها مأوا داشته‌اند و اکنون محکوم به مرگ‌اند، و گیاهان، قارچ‌ها و تک‌یاخته‌هایی که ناشناخته مانده و همراه آن طبیعت بکر از صحنهٔ زندگی حذف‌شده‌اند. تُنک‌شدن هرروزهٔ باغ حیات، زنگولهٔ خطری را به‌صدا می‌آورد که به گردن جان ما بسته است: زندگی ما، سلامت ما و آیندهٔ ما انسان‌ها در گرو حفظ این تنوع زیستی و حراست از آن است.

... و اما آن پرسش همیشگی: مطالعهٔ دایناسورها به چه درد گرمایش زمین و گرسنگان آفریقا و سیل‌زدگان بی‌پناه می‌خورد؟ در نگاه اول هیچ؛ اما زمانی که دوگانهٔ کرایتون را به یاد می‌آورم که چگونه با زبانی سرگرم‌کننده چون‌وچرای فلسفی می‌کرد که «بشر راه را اشتباه می‌رود»، متوجه می‌شوم که انتخاب اشتباهی نکرده‌ام. مطالعهٔ دایناسورها، راه‌گشای مسائل بسیاری در زمینهٔ انقراض‌های جمعی، تغییرات زیست‌بوم، تکامل هم‌بسته میان جانوران و گیاهان، رقابت میان گیاه‌خواران، و از همه مهم‌تر، چگونگی تکامل و پیدایش بسیاری جانداران امروزی مثل پرندگان است. هرکدام از این موارد، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، با همان «تنوع زیستی» دوست‌داشتنی و عزیز مرتبط است. کتاب جهان هیچ آیهٔ بی‌حکمت ندارد، و معنی‌داد این همه سنگواره‌ها و آثار به‌جا مانده از گذشته، شاید همین باشد که ما امروز در برابر سرنوشت خود، سیاره‌مان و موجوداتی که در خانهٔ آبی‌رنگمان با آن‌ها سهیم هستیم، باید پاسخ‌گو باشیم.

نگاه علمی زیست‌شناختی در این کتاب

دانش زیست‌شناسی هم، مثل شیمی یا فیزیک، تابع چهارچوبی است که «دانش تجربی» نام دارد. دانش تجربی، هرگز مدعی «کشف نهایی حقیقت» نبوده و نیست. به‌همین دلیل است که در دانش تجربی هیچ «قانونی» وجود ندارد بلکه تنها «فرضیه»ها و «نظریه»ها بیانگر مشاهدات و تجربیات دانشمندان هستند. تفاوت فرضیه و نظریه این است که فرضیه پشتوانهٔ محکم تجربی ندارد، اما همیشه شواهدی تجربی نظریه‌های علمی را پشتیبانی‌می‌کنند. با وجود این، پذیرفته‌شده‌ترین نظریات علمی نیز، با کشف نخستین مثال نقض، فرومی‌ریزند. در یک کتاب علمی معمولاً از قیدهایی مانند «احتمالاً» و «به‌نظرمی‌رسد» صرف‌نظرمی‌شود؛ زیرا هر جمله‌ای که در یک کتاب علمی آمده‌باشد، چیزی بیش از یک نظریه نیست و حتماً «ابطال‌پذیر» خواهدبود. در این کتاب هم وقتی مثلاً گفته‌می‌شود فلان موجود در دورهٔ کرتاسه «پیداشد»، منظور این است که آثار و بقایا و سنگواره‌های این موجود نخستین بار در رسوبات دورهٔ کرتاسه دیده‌شده و البته ممکن است در آینده و با اکتشافات بیشتر این اطلاعات تغییر کنند. بنابراین، نه این کتاب نه هیچ کتاب علمی دیگری مدعی ارائهٔ حقیقت نیست بلکه تنها می‌کوشد تمام اطلاعات و شواهد و مدارکی را که تاکنون کشف‌شده‌اند، با ساده‌ترین توصیف‌ها دسته‌بندی کند. معمولاً به این «توصیف‌های ساده» در دانش‌های تجربی، *انگاره* گفته‌می‌شود. انگاره‌های علمی در حقیقت نظریاتی هستند که برای پیش‌بینی و توجیه داده‌های علمی به کار می‌روند. یکی از شناخته‌شده‌ترین انگاره‌ها برای همهٔ دانش‌آموزان، انگارهٔ جدول تناوبی عناصر است. زمانی که هنوز بسیاری از عناصر ناشناخته بودند، دانشمندان می‌توانستند

به کمک انگارهٔ جدول تناوبی، ویژگی‌های این عناصر شناخته‌نشده را پیش‌بینی‌کنند و امروز که همهٔ این عناصر شناسایی‌شده‌اند، می‌دانیم که انگارهٔ جدول تناوبی عناصر، انگارهٔ «خوبی» بوده‌است؛ چون پیش‌بینی‌های درستی بر مبنای آن انجام‌گرفته‌است. نظریهٔ تکامل هم درست مانند جدول تناوبی عناصر، انگارهٔ موفقی است که تاکنون، هم توانسته‌است داده‌ها و کشفیات زیست‌شناختی را توضیح‌دهد، و هم پیش‌بینی‌های درستی در مورد داده‌هایی که انتظار کشف آن‌ها را می‌کشیم، ارائه‌دهد. مثلاً تا مدت‌ها دانشمندان تصورمی‌کردند که تیرانوسورها (← فصـ. ۳۷) به خاطر خویشاوندی نزدیک با پرندگان، پردار بوده‌اند، تا اینکه سرانجام سنگوارهٔ یک تیرانوسور پیدا شد که بقایای پرهای حیوان را هم در خود داشت. این انگارهٔ علمی، یعنی تکامل، مبنای قسمت اعظم مطالب این کتاب است، پس لازم‌دیدم تا در این مورد توضیح مختصری اضافه‌کنم، اما من در کتاب دیگری (مینوی *طبیعت*؛ ۱۳۸۹، سرای دانش) به‌طور مفصل دربارهٔ تکامل صحبت‌کرده‌ام و کوشیده‌ام نشان‌دهم چرا این نظریه، محور خوبی برای دانش زیست‌شناسی است؛ ضمن اینکه با اعتقادات دینی ما نیز ناسازگار نیست.

دربارهٔ «فرهنگ‌نامهٔ دایناسورها»

در این کتاب، کوشیده‌ایم که در همه‌جا تلفظ‌های درست نام دایناسورها ضبط‌شود. به‌جز مسائل فنی دربارهٔ دایناسورها رویکرد ما به‌ویژه در این کتاب، بهره‌گیری از همان هیجان و جذابیت دنیای رنگارنگ دایناسورها برای آموزش برخی مفاهیم پایه‌ای در زمینهٔ تکامل و تنوع زیستی بوده است. مهم‌ترین ویژگی و برتری این کتاب نیز تصویرسازی‌های فوق‌العاده دقیق، علمی و چشم‌نواز آن است. کوشیده‌ایم کتاب بیش از همه برای دانش‌آموزان دوره‌های راهنمایی و دبیرستان قابل استفاده و جذاب باشد؛ بنابراین، حتی پیچیده‌ترین مسائل علمی نیز به ساده‌ترین زبان ممکن برای این دانشمندان آینده بازگو شده‌اند. زمانی که خسرو رجبی‌زاده پیشنهاد نگارش این کتاب را به من داد، من این کار را در اولویت نمی‌دانستم. می‌دیدم که حتی در دانشگاه‌های ما، دانشجویان زیست‌شناسی نگاهی سطحی به تکامل و تنوع زیستی دارند؛ نگاهی که فکر می‌کنم حتی در مواردی خطرناک و نگران‌کننده است. در چنین محیطی، صحبت کردن از دایناسورها جز در قاب فیلم‌های سینمایی بعدازظهر جمعه چه‌فایده‌ای می‌تواند داشته باشد؟ اما در نخستین دیداری که با آقای طلایی داشتم، متوجه شدم که می‌توانیم با همکاری دوستانهٔ ایشان و همکاران هنرمندشان، کتابی با ظرفیت‌های جدید ایجاد کنیم. کتابی که در زیر پوست زیبای دایناسوری‌اش، حرف‌هایی از تکامل، تنوع زیستی و انقراض داشته‌باشد. کتابی که مخاطبان نوجوان و جوانش را به افرادی آگاه و دل‌سوز نسبت به محیط‌زیست خود و جهان اطرافشان تبدیل کند. نمی‌دانم در رسیدن به این هدف چقدر موفق می‌شویم اما حتی اگر یک دقیقه تأمل و اندیشه در طبیعت نیز نصیب نوجوانی شود که نسخه‌ای از کتاب ما را در دست می‌گیرد، من احساس رضایت‌می‌کنم؛ زیرا دست‌کم امیدوارم موضوعی که تا دیروز خیالی و کودکانه تلقی می‌شد، به‌تدریج به ابزاری تبدیل شود که نسل‌های آینده به کمک آن نگاهی حساس‌تر و مهربان‌تر به طبیعت داشته باشند.
من این کتاب را به دانشمند کوچکی به نام دلارام تقدیم می‌کنم که با زبانی کودکانه از من دربارهٔ دایناسورها سؤال‌های سختی می‌پرسید؛ همین‌طور دوست دارم این کتاب را به همهٔ بچه‌هایی که مثل دلارام کوچولو کنجکاو و جویای دانش‌اند، به‌ویژه شاگردان عزیزم در مدرسهٔ راهنمایی علامه حلی یک تهران تقدیم‌کنم؛ آن‌ها که برای هرکدامشان آرزوی بهترین‌ها را دارم.

سپاس‌داری

این کتاب، میوهٔ شیرین تلاشی یک‌ونیم‌ساله است که اگر لطف پروردگار و حمایت خانوادهٔ عزیزم، به خصوص پدر و مادرم، نبود، هرگز آغاز نمی‌شد و پایان نمی‌گرفت. طی این مدت، گاهی روزها و هفته‌ها بی‌توجه به اطراف، مشغول کار می‌شدم و همچون کودکی نیازمند مراقبت و پرستاری آن‌ها بودم. همان‌طور که اشاره‌کردم، نگارش این کتاب به پیشنهاد و سپارش دوست عزیزم، خسرو رجبی‌زاده آغازشد. برادر بزرگترم، مجید میرزایی عطاآبادی، هرگاه که به کمکش نیاز داشتم، حتی از سرزمین‌های دوردست قطبی و در زمان تحقیقات علمی‌اش، بی‌دریغ به یاری من می‌شتافت. بی‌یاری این عزیزان پای لنگان من یارای گذر از سختی‌ها را نداشت.
از سوی دیگر حمایت حقیقتاً بی‌دریغ مدیریت نشر طلایی، موجب‌شد تا بتوانم کتابی بنویسم که وقتی خودم دانش‌آموز بودم، دلم می‌خواست آن را در قفسهٔ کتاب‌فروشی‌ها پیداکنم. به‌علاوه، بی‌همت همکارانی که در این مسیر خسته‌کننده، بی‌چشم‌داشت همراه من و کتاب بودند، قطعاً این کتاب شکل دیگری می‌یافت؛ به‌خصوص به‌خاطر تصویرسازی‌های علمی، دقیق، به‌روز، و از همه مهم‌تر چشم نواز کتاب، که حاصل فرایندی یک‌ساله از توصیف و تشریح و طرح‌زدن بود، سپاسگزار آقای محمد رسول حقانی هستم. بابت صفحه‌آرایی جذاب و گیرای کتاب، طراحی گرافیک و معماری اطلاعات، هم‌فکری، هم‌صحبتی و هم‌نشینی چندماهه برای حصول نتیجهٔ بهتر از آقای محمدمهدی رمضانی تشکرمی‌کنم. به خاطر اجرای زیبا و ماهرانهٔ تعداد قابل توجهی از تصویرهای کتاب در وقت تنگی که تا رسیدن کتاب به چاپ و نمایشگاه باقی‌بود، سپاس‌دار آقایان اکبر افشار و حمید سوادکوهی هستم. نثر این کتاب را هم خانم افسانه طباطبائی با دقت و وسواسی که شایستهٔ مطالب علمی است، تصحیح‌کردند و کژتابی‌ها، اشتباهات زبانی، و هرآنچه را که ممکن‌بود گنگ و نامفهوم‌باشد، قلم‌گرفتند و اصلاح‌نمودند. برای تک‌تک این عزیزان آرزوی موفقیت‌های بسیار در زندگی دارم. با وجود این، اگر کم‌وکاست و ایراد و اشکالی در این کتاب می‌بینید، بی‌شک مسئول آن‌ها نویسندهٔ کتاب است. بنابراین، امیدوارم استادان، دوستان، همکاران و دانش‌آموزان عزیز مرا از نظرها، دیدگاه و نقدهای سازندهٔ خود بی‌نیاز ندانند.

عرفان خسروی
erfan.khosravi@gmail.com



استخوان‌های دوست‌داشتنی
دیرینه‌شناسی مهره‌داران

دیرینه‌شناسی شاخه‌ای از دانش زیست‌شناسی است که به مطالعهٔ زندگی جانداران پیش از تاریخ می‌پردازد. زندگی جانوران و گیاهان مختلف، رابطهٔ آن‌ها با زیست‌بوم، تغییرات زیست‌بوم از جمله تغییر در آب‌وهوا و اقلیم یا تغییر جغرافیا و پراکنش و تنوع جانداران، چگونگی تکامل و انقراض آن‌ها، خویشاوندی آن‌ها با یکدیگر و جانداران امروزی، از آن‌جهت که الگویی برای درک برهم‌کنش‌های میان جانداران امروزی فراهم می‌کند، برای ما اهمیت دارند و موضوع مطالعهٔ این رشته هستند.

تاریخچهٔ دانش دیرین‌شناسی

مردم در مناطق مختلف دنیا از قدیم با سنگواره‌ها آشنا بوده‌اند اما کمتر کسی می‌توانسته است تصور کند که نقش‌ونگارهای برجستهٔ روی سنگ‌ها، که شکل جانوران و گیاهان‌اند، زمانی جان‌داشته و روی زمین نفس‌می‌کشیده اند. یونانیان باستان و به‌پیروی از آن‌ها، کلیسای کاتولیک در قرون وسطا سنگواره‌ها را موجوداتی می‌دانستند که خلقت آن‌ها نیمه‌کاره رها شده است. جهان‌گردانی که به خاور دور سفرمی‌کردند و در مسیر خود از بیابان خشک گوبی (در مغولستان) می‌گذشتند، با استخوان‌های دایناسورها که از میان ماسه‌ها سربرآورده بودند، روبه‌رو می‌شدند و از آن‌ها با نام‌هایی مانند اژدها و شیردال یادمی‌کردند.

البته کسانی هم بوده‌اند که با این نگاه‌های خرافی کنار نمی‌آمدند. پورسینا (ابن‌سینا)، دانشمند خراسانی قرن چهارم هجری، زمانی که در سفری از میان صخره‌های کوهستانی می‌گذشت، با ردپاهایی از دایناسورها روبه‌رو شد و در گزارش خود به‌درستی آن‌ها را «آثار جانوران باستانی» نامید. او در کتاب *شفا* نه تنها در مورد سنگواره‌ها بلکه دربارهٔ فرایندهای زمین‌شناسی نیز صحبت می‌کند. چند دهه پس از پورسینا، شن کوئا[1]، دانشمند طبیعی‌دان چینی با مشاهدهٔ سنگواره‌های گیاه نی، در مورد تغییرات آب‌وهوا نظریه‌ای ارائه کرد. لئوناردو داوینچی[2]، هنرمند و مهندس ایتالیایی نیز که پنج قرن پس از پورسینا می‌زیست، متوجه شده بود که سنگواره‌ها آثاری از زندگی گذشتهٔ زمین هستند اما شاید به‌علت ترس از کلیسا این عقیدهٔ او عمومیت‌نیافت.

بارون ژرژ کویه[3]، که در پایان قرن هیجدهم در مورد جانوران منقرض‌شده کتابی نوشت، نخستین دیرینه‌شناس حرفه‌ای محسوب می‌شود. در اوایل قرن نوزدهم سردبیر یک نشریهٔ علمی فرانسوی واژهٔ دیرینه‌شناسی[4] را ابداع‌کرد. پس از انتشار کتاب جنجال‌برانگیز *خاستگاه گونه‌ها*[5] اثر داروین[6]، دیرینه‌شناسی تحول بیشتری یافت. یکی از مخالفان سرسخت داروین، ریچارد اُوِن[7] بود که برای نخستین‌بار نام دایناسورها را ابداع کرد و به‌کار برد. برداشت طبیعی‌دانان آن زمان از دایناسورها با دورهٔ معاصر تفاوت‌های زیادی داشت.

سنگواره‌ها

جانوران طی زندگی خود آثار و بقایایی مثل ردپا، دندان، تخم و مدفوع تولید می‌کنند که ممکن است به سنگواره تبدیل‌شوند. پس از مرگ نیز ممکن است قسمتی از بدن یک جانور یا حتی تمامی آن به صورت سنگواره درآید. در گیاهان نیز بقایای برگ‌ها، شاخه، پوست، گل، میوه، دانه و به‌خصوص گرده‌ها و هاگ‌ها ممکن است به سنگواره تبدیل شوند. سنگواره‌ها همیشه و در همه‌جا تشکیل‌نمی‌شوند. برای تشکیل سنگواره باید آثار به‌جا مانده از موجودات زنده زیر لایه‌های رسوبی قراربگیرند و دست‌نخورده بمانند. ممکن است این رسوبات شن‌های کف دریا یا خاک و برگی باشند که در برکه‌ها و باتلاق‌ها رسوب می‌کنند. حتی ممکن است دایناسوری ناگهان زیر توفان شن مدفون‌شود (← فصـ. ۲۰، ۴۲ و ۴۴).

بقایای جانوران اغلب به سنگ تبدیل می‌شوند؛ گرچه ممکن است آثاری از شکل یاخته‌ها و بافت استخوانی یا حتی برخی پروتئین‌های جان‌سخت را میان سنگواره‌ها پیداکرد (← فصـ. ۱۳، ۱۴، ۱۹، ۳۷ و ۴۲).



شیردال‌ها از کجا می‌آیند؟
سنگواره‌های پروتوسراتوپس (← فصـ. ۲۰) در صحرای گوبی فراوان یافت‌می‌شود و در قرون وسطی نیز دیده‌شدن بقایای همین دایناسور، منشأ الهام جانورانی تخیلی مانند شیردال در ذهن جهان‌گردان اروپایی بود.

شاخه‌های دانش دیرینه‌شناسی

دیرینه‌شناسی یا دیرینه‌زیست‌شناسی[8]، مثل باستان‌شناسی و تاریخ، رشته‌ای است که با زمان‌های گذشته سروکار دارد. شواهد گذشتهٔ زمین در دل سنگ‌ها پنهان شده‌اند؛ بنابراین، دیرینه‌شناسی با زمین‌شناسی ارتباطی تنگاتنگ دارد و از سوی دیگر موضوع مطالعهٔ آن، موجودات زندهٔ گذشتهٔ زمین است و بنابراین، شاخه‌ای از زیست‌شناسی محسوب می‌شود. گاهی دیرینه‌شناسی با رشتهٔ باستان‌شناسی نیز هم‌پوشانی دارد: باستان‌شناسان به بررسی بقایای انسان‌ها و فرهنگ‌های انسانی می‌پردازند؛ بنابراین، مطالعهٔ آثار سنگواره‌ای انسان‌ها و جانورانی که در کنار انسان‌ها زندگی می‌کرده‌اند، هم می‌تواند جزء دیرینه‌شناسی باشد (رشتهٔ دیرینه‌انسان‌شناسی[9]) و هم جزء باستان‌شناسی (رشتهٔ باستان‌جانورشناسی[10]).

دیرینه‌شناسی معمولاً به سه شاخه تقسیم می‌شود: ۱ ـ دیرینه‌شناسی آثار میکروسکوپی[11]، مثل جانداران تک‌یاخته‌ای و گرده‌ها و هاگ‌های گیاهی. در کشور ما به این شاخه توجه بسیار زیادی می‌شود؛ زیرا با اکتشافات نفتی ارتباط تنگاتنگی دارد. ۲ ـ دیرینه‌گیاهی[12] که همان‌طور که از نامش پیداست، با سنگواره‌های گیاهان سروکار دارد. ۳ ـ دیرینه‌شناسی‌جانوری[13] که کمتر مورد توجه ما ایرانی‌ها بوده است. دیرینه‌شناسی جانوری شامل دو حوزهٔ کاملاً مجزاست: دیرینه‌شناسی بی‌مهرگان و دیرینه‌شناسی مهره‌داران. معمولاً سنگواره‌های بی‌مهرگان آسان‌تر به‌دست می‌آیند. بیشتر علاقه‌مندان حرفه‌ای و غیرحرفه‌ای دیرینه‌شناسی، به جمع‌آوری نمونه‌هایی از سنگواره‌های بی‌مهرگان می‌پردازند اما جذاب‌ترین شاخهٔ دیرینه‌شناسی، شاخه‌ای است که به بررسی سنگوارهٔ مهره‌داران می‌پردازد. کمیاب بودن آثار مهره‌داران باعث می‌شود که بیشتر، حرفه‌ای‌ها به جست‌وجوی آن‌ها بپردازند. به همین دلیل سنگوارهٔ دایناسورها این‌قدر گران‌قیمت و پرطرفدار است.

1- Shen Kua 2- Leonardo DaVinci 3- Georges Cuvier 4- Paleontology (Palaeo~) 5- On the Origin of Species 6- Charles Darwin 7- Richard Owen
8- Paleobiology (Palaeo~) 9- Paleoanthropology 10- Zooarchaeology 11- Micropaleontology 12- Paleobotany 13- Paleozoology

دیرینه‌شناسان سنگواره‌های مهره‌داران را چگونه بررسی می‌کنند؟

نخستین گام در بررسی سنگواره‌های مهره‌داران، پیداکردن آن‌هاست. دیرینه‌شناسان بر اساس اطلاعاتی که زمین‌شناس‌ها از نوع و سن رسوبات مناطق مختلف ارائه‌می‌کنند، در مناطق مناسب به‌دنبال سنگواره می‌گردند؛ مثلاً اگر شما در جست‌وجوی سنگوارهٔ دایناسور هستید، باید به‌دنبال رسوباتی باشید که در رودخانه‌ها، مرداب‌ها یا ماسه‌زارها تشکیل شده‌اند.

دیرینه‌شناسان مدت‌های طولانی در گروه‌های بزرگ شامل استادان و دانشجویان داوطلب به پی‌جویی در مناطق انتخاب‌شده می‌پردازند. معمولاً استخوان دایناسورها در میان سنگ‌های بسیار محکم یافت می‌شود. گاهی تنها گوشه‌ای از یک استخوان، از سطح شکستهٔ سنگ پیداست. دیرینه‌شناس باید با چشمانی تیز به دنبال هر اثر کوچک روی سنگ‌ها باشد. ممکن است ردپایی بسیار کم‌عمق یا استخوان یا دندانی بسیار کوچک در دل صخره‌ای باشد و خود را تنها به چشمان تیزبین یک کاوشگر باتجربه نشان دهد.

پس از پیداکردن استخوان‌های یک دایناسور، باید همهٔ صخره‌هایی که ممکن است حاوی نمونه باشند، گچ گرفت و به آزمایشگاه منتقل کرد. در مورد سنگواره‌هایی که حاوی اسکلت کامل‌اند، باید از گچ و نوارپیچی استفاده‌کرد. گاهی قطعات چندتنی سنگ و کلوخ، که در میان نوارهای گچی محکم شده‌اند، به کمک جرثقیل به آزمایشگاه منتقل می‌شوند. در آزمایشگاه سنگ را به کمک اسیدهای بسیار ضعیف حل‌می‌کنند تا سنگوارهٔ درون آن هویدا شود. این فرایند چند سال طول‌می‌کشد. برای مشخص‌کردن محتوای صخره‌ها گاهی از فناوری‌هایی مثل سی.تی.اسکن و رادیوگرافی استفاده می‌کنند. پس از این مرحله، نوبت به بازسازی اسکلت و تصویرسازی دقیق از تک‌تک استخوان‌ها می‌رسد. مهم‌ترین و دشوارترین قسمت کار دیرینه‌شناس، بازسازی دقیق آناتومی دایناسور و مقایسهٔ آن با دایناسورهای دیگر است.

مطالعهٔ دیرینه‌شناسی مهره‌داران به دانش وسیعی دربارهٔ زیست‌شناسی، رفتارشناسی، تشریح و استخوان‌شناسی، فیزیولوژی، بافت‌شناسی، و رشته‌های مرتبطی مثل زمین‌شناسی و گیاه‌شناسی نیاز دارد. دانشمندانی هستند که به‌طور تخصصی سنگواره‌های مدفوع دایناسورها را مطالعه می‌کنند. آن‌ها باید استخوان‌های خردشدهٔ میان مدفوع دایناسورهای گوشت‌خوار و الیاف و دانه‌های گیاهی درون مدفوع دایناسورهای گیاه‌خوار را به خوبی شناسایی کنند. چنین اطلاعاتی در شناخت بوم‌شناسی دایناسورها ارزش بسیار زیادی دارند. دانشمندان دیگری هم متخصص شناخت ردپاهای دایناسورها هستند. از روی ردپاها می‌توان به سرعت حرکت، نوع گام‌برداشتن، زندگی اجتماعی، و روابط شکار و شکارچی در زمان دایناسورها پی‌برد. کار دیرینه‌شناسان گاهی به کار کارآگاهان شباهت زیادی پیدا می‌کند. کوچک‌ترین اثر شکستگی یا جای دندان می‌تواند بازگوکنندهٔ حقایق جالبی پیرامون زندگی حیواناتی باشد که میلیون‌ها سال پیش روی زمین زندگی می‌کرده‌اند.

اکتشاف: جابه‌جایی پوستهٔ زمین باعث بالاآمدن لایه‌های رسوبی می‌شود. اگر در میان این لایه‌ها سنگواره‌ای وجود داشته‌باشد، به راحتی در میان صخره‌ها دیده‌می‌شود. در حین بیرون‌آوردن سنگواره از دل سنگ‌ها، کاهش تماس سنگواره با هوا و آفتاب، ممکن‌است به سالم‌ماندن مواد آلی درون سنگواره کمک‌کند.

سنگواره‌شدن: افزایش رسوبات طبقات بالاتر و فشار وزن آن‌ها به‌تدریج باعث استحکام بیش‌تر ماسه‌سنگ‌ها می‌شود و استخوان‌های مدفون‌شده را به سنگواره تبدیل‌می‌کند. تدفین استخوان‌ها در فشار زیاد، می‌تواند باعث حفظ برخی مواد آلی مثل پروتئین‌ها شود.

دفن‌شدن: جسد دایناسور زیر رسوبات مدفون‌می‌شود. مثلاً سیلاب یک رودخانه می‌تواند باعث مدفون‌شدن جسد شود. این رسوبات به ماسه‌سنگ تبدیل‌می‌شوند. ماسه‌سنگ می‌تواند به خاطر ساختارش تا حد زیادی از مواد آلی محافظت‌کند.

مرگ: نخستین شرط برای این‌که سنگوارهٔ خوبی از دایناسور به‌دست برسد، این‌است که لاش‌خورها به سراغش نروند.



دانشمندان نه تنها استخوان‌های دایناسورها را از دل سنگ‌ها بیرون‌می‌کشند، بلکه می‌توانند برخی مواد آلی (مثلاً پروتئینی به نام کلاژن) را از سنگواره دایناسورها استخراج کنند. بررسی مولکولی این مواد، نشان‌می‌دهد دایناسورها بیش از هر جانوری به پرندگان امروزی شبیه‌بوده‌اند (← فصـ ۴۸).

دیرینه‌شناسی دایناسورها از آغاز تا امروز

در این‌جا تاریخ دانش دیرینه‌شناسی، به‌ویژه دیرینه‌شناسی دایناسورها به چند دورهٔ مختلف تقسیم‌شده‌است. از ۳۰۰ پیش از میلاد تا پیش از ۱۸۲۰ میلادی، کسی برای کشف سنگواره‌های دایناسورها تلاش نمی‌کرد؛ بنابراین نخستین دوره از اکتشاف دایناسورها، از ۱۸۲۰ آغاز می‌شود که بررسی و کشف آن‌ها صورتی علمی پیدا کرد.

۳۰۰ پیش از میلاد
← چانگ شو در مورد استخوان‌های «اژدها» در استان سیچوآن چین توضیح‌داده‌است.

۱۶۷۷ میلادی
← گزارشی از کشف استخوان ران یک «انسان غول‌پیکر» در انگلستان

۱۷۸۷ میلادی
← گزارشی از کشف خزنده‌ای باستانی در نیوجرسی برای بنجامین فرانکلین قرائت‌می‌شود.

۱۸۰۰ میلادی
← کشف ردپاهای کلاغ کشتی نوح در کانکتی‌کات



۱۸۸۲ میلادی
← نخستین رده‌بندی دایناسورها

۱۸۸۷ میلادی
← نام‌گذاری سوریسکین‌ها و اورنی‌ثیسکین‌ها (← فصل ۱۱ و ۲۲)

۱۸۹۹–۱۹۲۹
دومین دوره از اکتشاف دایناسورها: **دورهٔ کلاسیک**
تلاش‌های سازمان‌یافتهٔ موزه‌ها و استخدام دیرینه‌شناسان در مراکز علمی، برگزاری پی‌جویی‌های بزرگ دایناسورها توسط موزه‌ها در آسیا

۱۹۰۲ میلادی
← نام‌گذاری و توصیف تیرانوسورس (← فصل ۳۷)

۱۹۲۳ میلادی
← نام‌گذاری و توصیف پروتوسراتوپس (← فصل ۲۰) و ولاسی‌راپتور (← فصل ۴۵)

۱۹۴۳ میلادی
← نخستین فرضیه در مورد انقراض دایناسورها: انقراض به دلیل تب‌کردن!

۱۹۲۹–۱۹۶۹
سومین دوره از اکتشاف دایناسورها: **دورهٔ نوین** اهمیت‌یافتن رانش‌قاره‌ها (← فصل ۳) و تکامل (← فصل ۴) و ریخت‌شناسی (← فصل ۶) در مطالعهٔ دایناسورها. فروکش‌کردن فعالیت موزه‌ها و افزایش فعالیت دانشگاهی

۱۹۵۷ میلادی
← کشف بافت استخوانی ویژهٔ مهره‌داران خون‌گرم در سنگوارهٔ دایناسورها (← فصل ۳۵)

۱۹۶۹–۱۹۹۸
چهارمین دوره از اکتشاف دایناسورها: **دورهٔ نوزایی** اهمیت‌یافتن درخت‌های تبارزایشی، بوم‌شناسی، نرم‌افزارهای رایانه‌ای، سی‌تی‌اسکن سنگواره‌ها و توسعهٔ پی‌جویی‌های صحرایی، و نخستین کتاب‌های عمومی دایناسورشناسی که توسط دیرینه‌شناسان حرفه‌ای برای مردم عادی نوشته‌شده‌بود.

۱۹۶۹ میلادی
← توصیف داینونیکوس (← فصل ۴۵) و ارائهٔ نظریهٔ خون‌گرم‌بودن دایناسورها

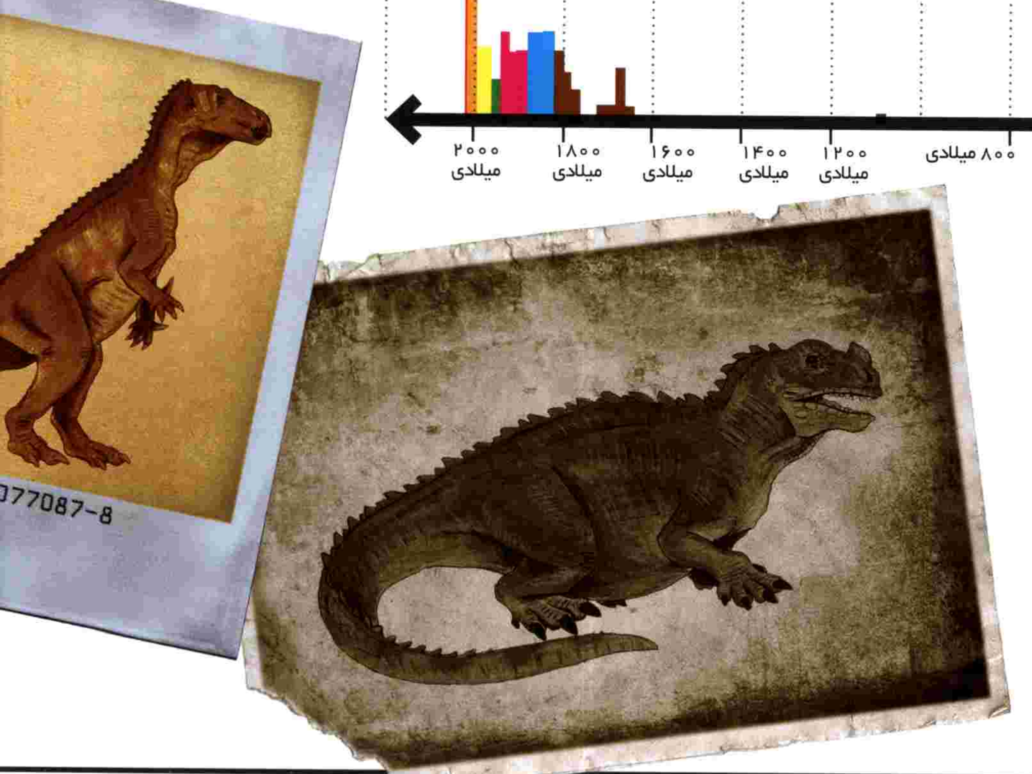
۱۹۷۴ میلادی
← توصیف دایناسورها به‌عنوان گروهی با ویژگی‌ها و نیای مشترک، و مشتمل بر پرندگان

۱۹۷۵ میلادی
← انتشار مقاله‌ای مفصل پیرامون خون‌گرم‌بودن دایناسورها در مجلهٔ ساینتیفیک آمریکن

۴۰۰ پیش از میلاد | ۰ (مبدأ تاریخ میلادی) | ۴۰۰ میلادی | ۸۰۰ میلادی | ۱۲۰۰ میلادی | ۱۴۰۰ میلادی | ۱۶۰۰ میلادی | ۱۸۰۰ میلادی | ۲۰۰۰ میلادی

خط زمانی میزان اکتشافات انجام‌گرفته روی دایناسورها

بخش‌هایی از خط زمانی که اهمیت بیش‌تری داشته‌اند در پایین صفحه با بزرگ‌نمایی بیش‌تری ارائه‌شده‌است. رنگ‌های این خط زمانی، متناظر با دوره‌های مختلف دانش دیرینه‌شناسی انتخاب شده‌اند. تقسیم‌بندی این دوره‌ها بر اساس تغییرات دیدگاه‌ها و روش‌های علمی صورت‌گرفته‌است. نظر دانشمندان دربارهٔ دایناسورها از زمان ریچارد اون تا کنون تغییرات فوق‌العاده زیادی کرده است. ریچارد اُون با مشاهدهٔ سنگوارهٔ سه دایناسوری که تا آن زمان کشف شده بودند، آن‌ها را دایناسور، به‌معنای «سوسمار ترسناک»، نامید. به نظر اُون، دایناسورها مارمولک‌های غول‌پیکری بودند که روی چهار دست‌وپای خود راه‌می‌رفتند. پس از او، دانشمندان نمونه‌های خیلی بهتری از دایناسورها را کشف‌کردند و متوجه‌شدند که اغلب آن‌ها دو پا بوده‌اند و بدنشان با مارمولک‌ها متفاوت بوده است. دانشمندان اوایل قرن بیستم، دایناسورها را گروهی جالب از خزندگان خون‌سرد می‌دانستند که دورهٔ حکمرانی آن‌ها بر زمین مدت‌ها پیش تمام‌شده است. در نیمهٔ دوم قرن بیستم، گروه دیگری از دیرینه‌شناسان نشان دادند که دایناسورها شباهت‌های خیلی بیشتری به پرندگان دارند. از آن زمان تا کنون، ما به‌تدریج متوجه‌شده‌ایم که دایناسورها خزندگانی خون‌گرم، باهوش، اجتماعی و پردار بوده‌اند. دایناسورهایی که امروز می‌شناسیم، آن‌قدر به‌پرندگان شبیه‌اند که جداکردن پرندگان از آن‌ها کاملاً بی‌معنی است (← فصل ۴۸).



۱۶۰۰ میلادی | ۱۶۸۰ میلادی | ۱۷۰۰ میلادی | ۱۷۶۰ میلادی | ۱۷۸۰ میلادی | ۱۸۰۰ میلادی | ۱۸۲۰ میلادی | ۱۸۴۰ میلادی | ۱۸۶۰ میلادی



۱۸۹۹-۱۸۲۰
نخستین دورهٔ اکتشاف دایناسورها: **دورهٔ حماسی**
تلاش‌های انفرادی افراد علاقه‌مند و نخستین مقالات علمی دیرینه‌شناسی

۱۸۲۲ میلادی
← نام‌گذاری مگالوسورس، بدون توصیف دقیق

۱۸۲۵ میلادی
← توصیف و نام‌گذاری ایگوانودون (← فصـ. ۱۶) از روی یک دندان توسط پزشکی انگلیسی به نام گیدعون منتل؛ او بعدها به کشف و جمع‌آوری حرفه‌ای سنگواره‌ها مشغول شد.

۱۸۲۴ میلادی
← توصیف مگالوسورس (← فصـ. ۳۳) در ۲۰ فوریه به انجمن زمین‌شناسی لندن

۱۸۳۰ میلادی
← چاپ کتاب «اصول زمین‌شناسی» توسط چارلز لایل و معرفی زمین‌شناسی به عنوان یک دانش تجربی.

۱۸۳۷ میلادی
← توصیف پلاتیوسورس (← فصـ. ۲۳)، مدت‌ها طول‌کشید تا متوجه‌شدند پلاتیوسورس یک دایناسور است.

۱۸۳۷ میلادی
← توصیف ستیوسورس (← فصـ. ۲۴) توسط ریچارد اُون به عنوان یک «خزندهٔ آب‌زی».

۱۸۴۲ میلادی
توصیف گروه «دایناسورها» توسط ریچارد اُون بر مبنای مگالوسورس، ایگوانودون، و هیلیوسورس؛ هشت دایناسور دیگر هم در آن زمان کشف‌شده بودند، اما اُون نمی‌دانست آن‌ها هم دایناسوره هستند.

۱۸۵۵ میلادی
← کشف نخستین نمونه از آرکیوپ‌تریکس (← فصـ. ۴۷). تا ۱۹۷۰ کسی نمی‌دانست این نمونه متعلق به آرکیوپ‌تریکس است؛ زیرا سنگواره‌اش بدون پر بود!

۱۸۵۸ میلادی
← کشف هادروسورس (← فصـ. ۱۷) مشخص‌کرد که دایناسورها دوپا بوده‌اند.

۱۸۶۷ میلادی
← انتشار مقالاتی گوناگون پیرامون شباهت‌های دایناسورها و پرندگان

۱۸۷۷ میلادی
← نام‌گذاری و توصیف کاماراسورس (← فصـ. ۲۷)، استیگوسورِس (← فصـ. ۱۳)، آپاتوسورِس (← فصـ. ۲۶) و آلوسورِس (← فصـ. ۳۵)

۱۸۷۸ میلادی
← کشف تعداد زیادی سنگوارهٔ ایگوانودونتید مشخص‌کرد ایگوانودون چهارپا نبوده‌است.

۱۹۸۰ میلادی
← انتشار نخستین کتاب با نگاهی انتقادی نسبت به خون‌گرم‌بودن دایناسورها؛ انتشار مقاله‌ای مستند در مورد برخورد شهاب‌سنگی به زمین و انقراض دایناسورها (← فصـ. ۴۹)

۱۹۸۶ میلادی
← برگزاری نخستین سمینارهای بین‌المللی پیرامون رده‌بندی و ردپاهای دایناسورها؛ انتشار نخستین مقالات در مورد رده‌بندی دایناسورها بر مبنای رده‌بندی‌های تکاملی (← فصـ. ۴)؛ اثبات تکامل پرندگان از دایناسورهای گوشتخوار (← فصـ. ۴۷)

۱۹۸۹ میلادی
← کشف اثر برخوردی چیکشولوب در مکزیک (← فصـ. ۴۹)

۱۹۹۰ میلادی
← انتشار نخستین کتاب‌های تخصصی و جامع دربارهٔ دایناسورها

۱۹۹۲ میلادی
← کشف سنگوارهٔ یک اُوی‌راپتورید در لانه‌اش درحالی‌که روی تخم‌های خودش خوابیده‌بود (← فصـ. ۴۲).

۱۹۹۳ میلادی
← فیلم پارک ژوراسیک برای نخستین بار دایناسورها را جانورانی در حال زندگی معمولی (و نه هیولاهای عجیب) نمایش داد.

۱۹۹۷ میلادی
← توصیف نخستین دایناسور پردار (به جز آرکیوپ‌تریکس و پرندگان) (← فصـ. ۳۶)

۱۹۹۸ تا امروز
پنجمین دوره از اکتشاف دایناسورها: **دورهٔ ارتباطات** توسعهٔ امکانات ارتباطی و رایانه‌ای، گسترش تحقیقات میان‌رشته‌ای، دست‌رسی آسان به مقالات و اطلاعات علمی، برقراری ارتباط نزدیک میان دایناسورشناس‌های حرفه‌ای و افراد علاقه‌مند، توجه دیرینه‌شناسان به نقاط بکر و دست‌نخورده به لطف امکانات ارتباطی جدید، قرارگرفتن پرندگان در دل دایناسورها و خزندگان در کتاب‌های درسی

۲۰۰۱ میلادی
← پی‌جویی دایناسورها در ایران (← فصـ. ۵۰)

۲۰۱۱ میلادی ←
نگارش نخستین فرهنگ‌نامهٔ جامع دایناسورها با پس‌زمینهٔ زیست‌شناختی به زبان فارسی برای دانش‌آموزان ایرانی

هیچ‌کس نمی‌داند در آینده چه دایناسورهایی کشف خواهندشد، چه روش‌های جدیدی ابداع می‌شوند و نگاه ما به دایناسورها چه تغییری می‌کند. مطالعهٔ این جانوران در سال‌های اخیر شکل دیگری گرفته و بیش‌ازپیش با زمینهٔ مطالعات پرنده‌شناسی آمیخته‌است. شاید ویرایش‌های بعدی همین کتاب، بازگوکنندهٔ اکتشافات آیندهٔ دایناسورشناس‌های جهان برای شما باشد.

ایگوانودون (← فصـ. ۱۶) یکی از سه دایناسوری است که منبع الهام ریچارد اُون برای نام‌گذاری این جانوران به «دایناسور» بوده‌است. در این‌جا تصویری که اُون در قرن نوزدهم و دانشمندان اوایل قرن بیستم و سرانجام دانشمندان امروز از ایگوانودون در سر دارند مشاهده‌می‌کنید.

کتاب زمین

دوران زمین‌شناسی و رانش قاره‌ها

دایناسورها، زمانی پیش‌تر در سیارهٔ ما زندگی می‌کرده‌اند اما در آن زمان، این سیاره شکل دیگری داشت. در حقیقت، سیارهٔ زمین از زمانی که به‌وجود آمده، تا امروز هیچ‌گاه آرام نگرفته است. تغییراتی آهسته و پیوسته چهرهٔ زمین، آب‌وهوای آن و زندگی روی این سیاره را دستخوش تغییر کرده‌اند. هر از چندی نیز رویدادهای عظیم در سطح زمین تغییراتی به‌وجود آورده‌اند. دانشمندان تاریخ زمین را به چندین دورهٔ پی‌درپی تقسیم می‌کنند. هرچه این دوره‌ها به زمان ما نزدیک‌تر باشند، اطلاعات دقیق‌تری در مورد آن‌ها داریم. بسیاری از مردم فکر می‌کنند که دایناسورها خیلی قدیمی هستند و لابد پیش از بسیاری موجودات دیگر روی زمین وجود داشته‌اند اما در واقع، آن‌ها موجوداتی نسبتاً جدید هستند. اگر تاریخ زمین را در یک روز فشرده کنیم، دایناسورها و پستانداران بین یک‌ربع تا ۱۰ دقیقه به ۱۱ شب ظاهر شده‌اند و پرندگان در ساعت ۱۱ و ربع نیمه‌شب پرواز کرده‌اند. دایناسورها ـ به‌جز پرندگان ـ در ساعت ۲۰ دقیقه به ۱۲ نیمه‌شب منقرض شده‌اند. انسان ساعت ۱۱ و ۵۹ دقیقه و ۵۶ ثانیه پیدا شده و درست، یک‌دهم ثانیه از عمر قدیمی‌ترین تمدن‌های بشری می‌گذرد!

زایش زمین

سیارهٔ ما، زمین، به همراه خورشید و بقیهٔ منظومهٔ خورشیدی در حدود ۴/۵ میلیارد سال پیش زاده‌شد. در آن زمان، جهان شکل دیگری داشت؛ ماه در آسمان درشت و آتشین به چشم می‌آمد و هیچ آبی در روی زمین روان‌نبود. با سردشدن پوستهٔ زمین، دمای گازهای اطراف آن نیز کاهش یافت. در چنین دمایی، آب شروع به باریدن بر سطح خشک و سنگی زمین کرد. مدت زیادی طول‌نکشید که اقیانوس‌های بزرگ بیشتر سطح زمین را پوشاندند و از آن زمان نیز بی‌وقفه به ساییدن و شست‌وشوی صخره‌های سخت مشغول‌اند. در حدود ۴ میلیارد سال پیش، ابتدایی‌ترین صورت حیات در روی زمین پدید آمد. این شکل از حیات عبارت بود از مولکول‌هایی مثل RNA که امروزه جزء مولکول‌های سازندهٔ مادهٔ وراثتی همهٔ موجودات زنده‌اند. این مولکول‌ها می‌توانند مولکول‌های مشابه خود را از مواد ساده‌تر معدنی درست کنند.

تاریخ زمین

دانشمندان تاریخ زمین را به دو اَبَردوران تقسیم می‌کنند: نزدیک به ۴ میلیارد سالِ نخستِ تاریخ زمین را، یعنی تا ۶۳۰ میلیون سال پیش، به نام پری‌کامبرین[1] می‌شناسند. بنابراین، تمام وقایعی که تا اینجا گفتیم، در پری‌کامبرین رخ داده‌اند. اَبَردوران بعدی، که از ۶۳۰ میلیون سال پیش تا امروز را دربرمی‌گیرد، فانِروزوئیک[2] نام دارد. تکامل مهره‌داران، ماهی‌ها، پستانداران، خزندگان، دایناسورها، پرندگان و اغلب بی‌مهرگان در همین ابردوران بوده است. دانش ما دربارهٔ پری‌کامبرین در مقایسه با اطلاعات زیادی که پیرامون فانِروزوئیک داریم، بسیار اندک است؛ برای مثال، نمی‌توان با اطمینان دربارهٔ آرایش قاره‌ها پیش از ۲۵۰ میلیون سال اخیر صحبت کرد؛ جز اینکه می‌دانیم آن‌ها چندبار به هم پیوسته و دوباره از هم جدا شده‌اند. احتمالاً در حدود یک‌میلیارد سال پیش همهٔ قاره‌ها به هم متصل بوده‌اند. این قارهٔ عظیم باستانی را رودینیا[3] می‌نامیم. حدود ۸۰۰ میلیون سال پیش، رودینیا چندپاره شد. ما دقیقاً دربارهٔ تعداد این قطعات و چگونگی حرکت آن‌ها اطلاعاتی نداریم اما تخمین می‌زنیم که ۵۵۰ میلیون سال پیش، دوباره ابرقاره‌ای عظیم از به هم پیوستن قاره‌ها در اطراف قطب جنوب به‌وجود آمده باشد. این ابرقارهٔ دوم، وندیا[4] نام دارد. در این زمان، بیشتر شاخه‌های امروزی جانوران (← فصـ. ۴) تکامل یافته‌اند. نیاکان مهره‌داران نیز در همین زمان ظاهر شده‌اند. تاریخ تکامل حیات در فانِروزوئیک بسیار شناخته‌شده‌تر است. فانِروزوئیک به سه دوران بزرگ تقسیم می‌شود: ۱. دوران پالئوزوئیک[5] از ۵۴۰ تا ۲۵۰ میلیون سال پیش؛ ۲. مزوزوئیک[6] از ۲۵۰ تا ۶۵ میلیون سال پیش؛ و ۳. سنوزوئیک[7] از ۶۵ میلیون سال پیش تا امروز. ما با دوران پالئوزوئیک کار چندانی نداریم. از تشکیل اَبَرقارهٔ وندیا در ۵۵۰ میلیون سال پیش تا پایان پالئوزوئیک مهره‌داران تکامل یافتند و نخستین نیاکان دایناسورها و پستانداران در اواخر همین دوران ظاهرشدند. قاره‌ها طی دورهٔ پالئوزوئیک بار دیگر از هم جدا شده و میان اقیانوس‌ها پراکنده شدند. در پایان پالئوزوئیک، یعنی ۲۵۰ میلیون سال پیش نیز، قاره‌های زمین برای آخرین بار به هم پیوستند و ابرقاره‌ای به نام پانگه‌آ[8] را تشکیل‌دادند. پیدایش دایناسورها و پستانداران، تا حد زیادی وابسته به همین رویداد بوده است.

دوران مزوزوئیک عصر دایناسورها نامیده می‌شود؛ زیرا در این عصر، دایناسورها متنوع‌ترین جانوران بزرگ روی زمین بوده‌اند. در پایان مزوزوئیک، بیشتر دایناسورهای روی زمین ناگهان نیست‌ونابود شدند (← فصـ. ۷ و ۴۹). با این حال، تعدادی از آن‌ها تا امروز روی زمین باقی‌مانده‌اند. ما به آن‌ها، که امروزه نیمی از گونه‌های مهره‌داران را تشکیل می‌دهند، پرندگان می‌گوییم.

دورهٔ تریاس

آغاز دورهٔ تریاس با انقراض بزرگ جانداران همراه شد. طی این دوره، حیات در دریا و خشکی به‌سرعت گونه‌گون‌شد. آب‌وهوای دورهٔ تریاس، کمابیش خشک و داغ بود و تنها مناطق قطبی اقلیمی معتدل و مرطوب داشتند. در مناطق دیگر پانگه‌آ، تابستان‌های داغ و زمستان‌های سرد حاکم بود. در پایان تریاس، انقراض بزرگ دیگری رخ داد که باعث شد تعادل میان دایناسورها، کروکودیل‌ها و پستانداران و خویشاوندانشان، کاملا به نفع دایناسورها تغییر کند.

دورهٔ ژوراسیک

طی دورهٔ ژوراسیک، ابرقارهٔ پانگه‌آ به دو قارهٔ لورازیا[9] در شمال، و گندوانا[10] در جنوب تقسیم شد. آب‌وهوای مرطوب و گرم ژوراسیک نیز جایگزین آب‌وهوای خشک و قاره‌ای تریاس شد. بنابراین، جنگل‌های بازدانگان بیشتر قسمت‌های زمین را به‌سرعت فرا گرفتند. ایران مرکزی و اروپا، مجمع‌الجزایری گرمسیری را در میان آب‌های تتیس تشکیل‌می‌دادند. تکامل پرندگان ریزنقش از دایناسورهای غول‌پیکر در چنین جزایر سرسبزی آغازشد. در پایان ژوراسیک زمین تا حدی خنک‌تر شد و در مناطق قطبی یخ‌بندان به‌وجود آمد.

دورهٔ کرتاسه

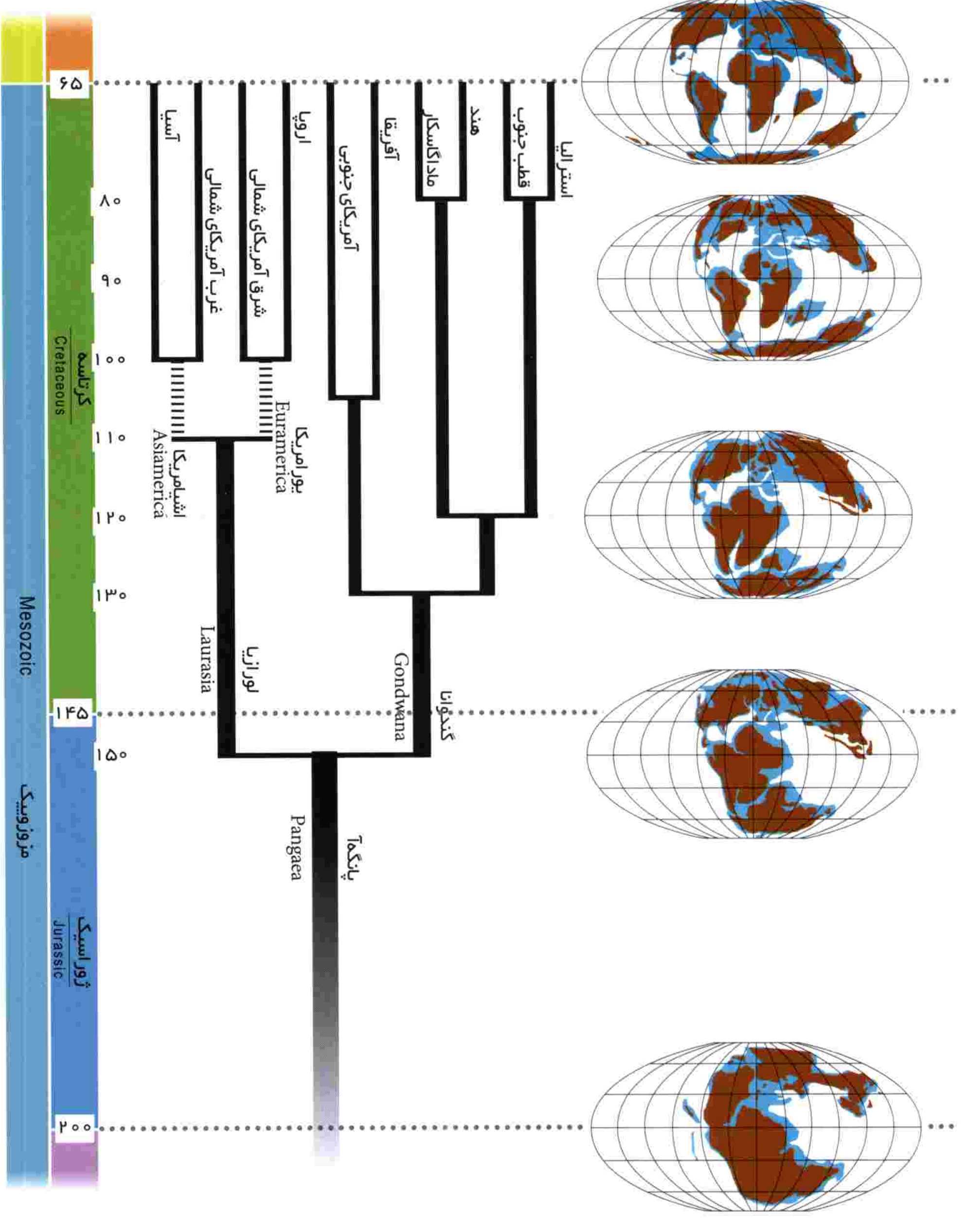
قاره‌های امروزی در کرتاسه تقریباً از هم جدا شده بودند اما فاصلهٔ آن‌ها از هم، و مکان جغرافیایی‌شان با امروز تفاوت داشت. در آن دوره، آب‌وهوا نسبتاً گرم، و سطح آب دریاها بالاتر از امروز بود اما در مناطق قطبی و بلند، یخ‌بندان و سرمای نسبی وجود داشت. دریایی وسیع از شمال تا جنوب آمریکای شمالی را می‌پوشاند و این قاره را به دو سرزمین غربی (لارامیدیا[11]) و شرقی (آپالاشیا[12]) تقسیم می‌کرد. دورهٔ کرتاسه دورهٔ شکوفایی دایناسورها، به‌ویژه پرندگان، و دایناسورهای گیاه‌خوار است. گیاهان گل‌دار نیز در آغاز همین دوره پیدا شده‌اند. پایان دورهٔ کرتاسه با انقراضی وسیع همراه بود که جز پرندگان، هیچ دایناسور دیگری را روی زمین باقی نگذاشت.

1-Precambrian 2-Phanerozoic 3-Rodinia 4-Vendia 5-Paleozoic 6- Mesozoic 7- Cenozoic 8- Pangea 9- Laurasia 10- Gondwana 11- Laramidia 12- Appalachia



طرح نظریهٔ رانش قاره‌ها

در دههٔ نخست قرن بیستم، نظریه‌ای جالب ابراز شد که اساس آن بر جابه‌جایی تدریجی و تغییر شکل نقشهٔ قاره‌ها در طی دوران زمین‌شناسی بود. هواشناس آلمانی، آلفرد وگنر[2] (۱۹۳۰ـ۱۸۸۰)، مهم‌ترین مدافع این نظریه به‌حساب می‌آمد؛ بنابراین زمین‌شناسان از نظریهٔ او خوششان نیامد اما در دههٔ ۶۰ و ۷۰ میلادی، با بررسی‌های دیرینه‌مغناطیس صخره‌های بزرگ زمین، مشخص شد که این صخره‌ها نسبت به میدان مغناطیسی زمین جابه‌جا شده‌اند. در این زمان بود که زمین‌شناسان متوجه شدند نظریهٔ رانش قاره‌ای درست بوده است. طبق این نظریه، پوستهٔ زمین روی جبه‌ای نیمه‌مایع شناور است. پوسته از چندین صفحه تشکیل شده است. این صفحات نسبت به هم حرکت می‌کنند، روی هم می‌خزند و از هم دور می‌شوند؛ بنابراین، قاره‌ها در گذشته آرایشی مثل امروز نداشته‌اند. گاهی سنگواره‌های مشابهی از جانورانِ در قاره‌هایی که فاصلهٔ زیادی از هم دارند (مثلاً آفریقا و آمریکای جنوبی)، پیدا می‌شوند. نظریهٔ رانش قاره‌ای نشان می‌دهد که آفریقا و آمریکای جنوبی در گذشته به هم متصل بوده‌اند و به مرور از هم دور شده‌اند و اقیانوس اطلس را تشکیل داده‌اند. این فرایند در رخدادهای مهم تاریخ زمین مثل کوه‌زایی، تغییر شکل رسوبات و تکامل جانداران نقش مهمی داشته است و درک تاریخ زمین به درک رانش قاره‌ای وابسته است. برای اینکه بتوانیم در مورد تاریخ جابه‌جایی قاره‌ها و نیز تغییرات حیات به‌طور دقیق صحبت کنیم، به خط زمانی جهان‌شمولی نیاز داریم که تاریخ زمین را به دوران‌ها و دوره‌های مختلف تقسیم کند.



رانش قاره‌ای و خردشدن پانگه‌آ طی دورهٔ مزوزوئیک

طی دوران مزوزوئیک، اَبَرقارهٔ پانگه‌آ به دو قارهٔ گندوانا و لورازیا تقسیم‌شد. هرکدام از این دو قاره نیز، طبق نمودار بالا، به قاره‌های کوچک‌تری تقسیم شدند. تکامل دایناسورها تا حد بسیار زیادی همراه با همین رانش و جدا شدن قاره‌ها رخ‌داده‌است. برای مثال، گروه‌های مهمی از دایناسورها، که در ژوراسیک پیدا شده بودند، تنها در یکی از دو سرزمین شمالی یا جنوبی تکامل یافتند (← فصـ. ۳۲).

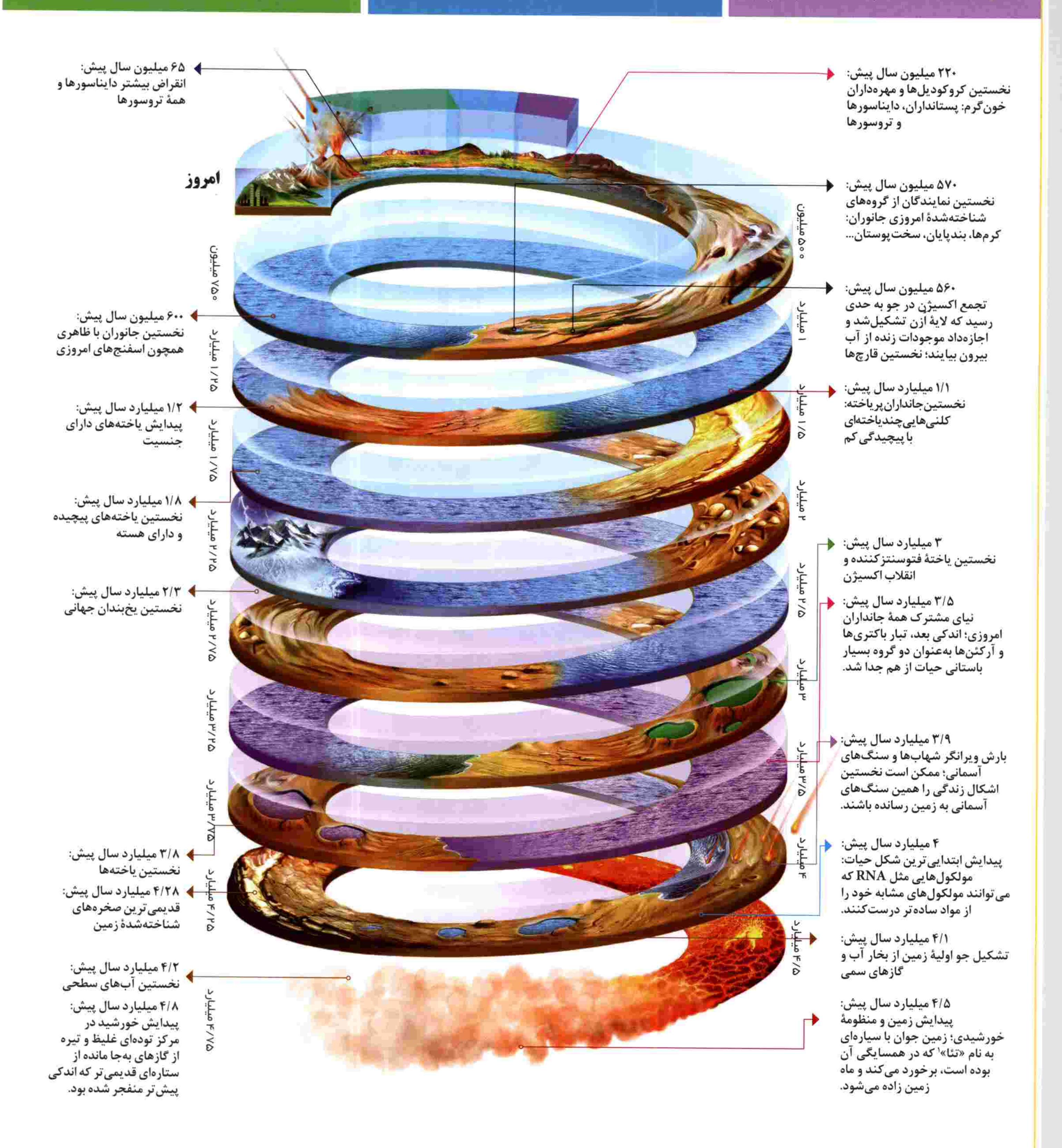
در بوم‌شناسی به مجموعهٔ جانوران هر منطقه فون[1] می‌گوییم؛ مثلاً فون آفریقا شامل حیواناتی مثل شیر و کرگدن و فیل و زرافه است. فون هندوستان نیز شیر، ببر، فیل و کرگدن را دربر می‌گیرد. (اگرچه شیر، فیل و کرگدن آسیایی با خویشاوندان آفریقاییِ خود کمی تفاوت پیدا کرده‌اند). در نمودار بالا چگونگی جداشدن فون دایناسورهای قاره‌های مختلف را می‌بینید؛ مثلاً در کرتاسهٔ بالایی (۱۱۰ تا ۶۵ میلیون سال پیش) فون دایناسورهای اروپا، بیشترین شباهت را به شرق آمریکای شمالی داشته، و فون دایناسورهای آسیا، دارای بیشترین شباهت با غرب آمریکای شمالی بوده است.

1-Fauna 2-Alfred Wegener

آب‌وهوای تریاس (۲۵۰ تا ۲۰۰ میلیون‌سال‌پیش)
میزان اکسیژن ۱۶ درصد حجم هوا (۸۰درصد امروز)
میزان CO_2: ۱۷۵۰ ppm (۶ برابر امروز)
دمای متوسط زمین: ۱۷ °C (۳°C بیشتر از امروز)

آب‌وهوای ژوراسیک (۲۰۰ تا ۱۴۵ میلیون‌سال‌پیش)
میزان اکسیژن ۲۶ درصد هوا (۱۳۰درصد امروز)
میزان CO_2: ۱۹۵۰ ppm (۷ برابر امروز)
دمای متوسط زمین: ۱۶/۵ °C (۳°C بیشتر از امروز)

آب‌وهوای کرتاسه (۱۴۵ تا ۶۵ میلیون سال‌پیش)
میزان اکسیژن ۳۰ درصد هوا (۱۵۰درصد امروز)
میزان CO_2: ۱۷۰۰ ppm (۶ برابر امروز)
دمای متوسط زمین: ۱۸ °C (۴ °C بیشتر از امروز)



1- Thea

زیر نور ماه

تاریخ زمین با دورتر شـدن ماه از کرهٔ زمین، افزایش تدریجی طول ماه و شـبانه‌روز، شورتر شدن آب دریاها، و رانش قاره‌ها همراه بوده اسـت. از ۶۲۰ میلیون‌سـال پیش تا کنون، ماه با سرعت میانگین ۱۷/۲ سانتی‌متر در سال (با شتاب افزاینده) از زمین دور شـده است. طول روز در آن زمان تقریبا ۲۱ ساعت و پنجاه دقیقه بوده و هر سـال شـامل ۷±۴۰۰ روز یا ۱۳ ماه و سـه روز می‌شـده اسـت (مدت‌زمان سـال احتمالاً در این مدت تغییری نکرده اسـت). بیشتر بودن تعداد و زمان کشند (جزرومد) در آن زمان، بخت بیشـتری بـرای ورود آبزیان به مناطق کشندی و خشکی‌ها فراهم می‌کرد. دوزیستان امروزی نمی‌توانند در آب‌های شور زندگی‌کنند. زمانی که نیاکان این دوزیسـتان دریاها را ترک می‌کردند، هنوز شـوری آب دریاها بـه اندازهٔ امروز نبود. از آن زمـان، آن‌ها در آب‌هایی به همان شیرینی ماندند اما دریاها و اقیانوس‌ها به‌تدریج شورتر شدند؛ بنابراین، دوزیستان هرگز نتوانستند به دریاها بازگردند.

انقلاب اکسیژن

اکسـیژن گازی خطرناک بـرای یاخته‌های آغازیـن بود؛ زیرا به‌سرعت موجب «سوختن» همهٔ زندگی آن‌ها می‌شد. در جو نخسـتین زمین میزان این گاز سمی بسیار اندک بود اما برای نخسـتین‌بار، یاخته‌هایی که به کمک آفتاب غذا می‌ساختند، میـزان زیـادی اکسـیژن آزاد کردنـد که بـه تدریج موجب سمی‌شدن جو زمین شد. در این زمان تقریباً همهٔ یاخته‌های روی زمین به سـمت نابودی پیش‌رفتند. تنها یاخته‌هایی که باقی‌ماندند، آن‌هایی بودند که در جاهایی دور از اکسیژن (مثل اعماق دریا یا زیر صخره‌ها) زندگی می‌کردند.

گـروه جدیدی از یاخته‌ها نیز پیدا شـدند که راهی برای کنار آمدن با اکسیژن پیدا کرده بودند. این گروه البته موفق‌تر بودند؛ زیرا می‌توانستند از اکسیژن برای سوخت‌وساز بهتر مواد غذایی بهره بگیرند. از آن زمان به بعد، بیشتر موجودات زنده از همین گروه تکامل یافتند.

از زمان پیدایش خورشید تا امروز، به‌ازای هر یک‌میلیارد سال **۶ درصد** به درخشندگی خورشید افزوده شده است. پرتوهای خورشـید که موجب گرمای مناسـب زمین می‌شـوند، برای بیشتر یاخته‌ها مرگ‌آورند؛ زیرا باعث اخلال در عملکرد صحیح مولکول‌های وراثتی می‌شـوند. اکسیژن با تشکیل لایهٔ اُزن در جو زمین (۵۶۰ میلیون سال پیش)، تا حد زیادی مانع رسیدن بخشی از طیف زیان‌بار خورشید به سطح زمین شد و اجازه داد که نخستین جانداران سر از آب بیرون بیاورند.

نخستین زمستان

پس از انقلاب اکسیژن، بیشـتر گونه‌های بی‌هوازی، که عامل اصلی سـاخت گاز متان بودند، از بین‌رفتند و گونه‌های هوازی جای‌گزیـن آن‌ها شـدند که به‌جای متان، دی‌اکسـیدکربن و بخـار آب آزادمی‌کردنـد. متانی هم که از پیـش در جو زمین ذخیره‌شـده بود در مواجهه با اکسـیژن سوخت. اثر گلخانه‌ای آب و دی‌اکسـیدکربن بسیار کمتر از اثر گلخانه‌ای متان است. کاهش اثر گلخانه‌ای باعث بروز نخستین یخبندان جهانی شد و زمین را، از قطب تا استوا، به زیر یخ فروبرد.

فانروزوئیک Phanerozoic

سنوزوئیک Cenozoic

کواترنری Quaternary (۲/۶)
- ۱۵۰۰۰ سال پیش: آخرین کرگدن‌ها پشمالو
- ۲۵۰۰۰ هزار سال پیش: انقراض نئاندرتال‌ها: آخرین گروه از انسان‌های اولیه
- ۱۸۰ هزار سال پیش: نخستین انسان‌های امروزی
- ۳۵۰ هزار سال پیش: نخستین نئاندرتال‌ها: انسان‌های اولیهٔ غارنشین ساکن اروپا و خاورمیانه
- ۲/۵ میلیون سال پیش: نخستین گونهٔ انسان

نئوژن Neogene (۲۳)
- ۴/۸ میلیون سال پیش: نخستین ماموت‌ها
- ۶/۵ میلیون سال پیش: نخستین انسان‌ریخت
- ۱۰ میلیون سال پیش: گسترش بیشتر علفزارها و چرندگانی مثل اسب‌ها

پالئوژن Paleogene (۶۵)
- ۳۵ میلیون سال پیش: گسترش گیاهان خانوادهٔ گندم و علف: پیدایش نخستین علفزارها
- ۴۰ میلیون سال پیش: نخستین پروانه‌ها و بیدهای امروزی
- ۵۲ میلیون سال پیش: نخستین خفاش‌ها
- ۵۵ میلیون سال پیش: نخستین پرندگان آوازخوان، طوطی‌ها، دارکوب‌ها؛ نخستین نهنگ‌ها، جوندگان، خرگوش‌ها، خرطوم‌داران، زوج‌سمان و فردسمان.
- ۶۰ میلیون سال پیش: نخستین پرندگان بی‌پرواز و غول‌پیکر

مزوزوئیک Mesozoic

کرتاسه Cretaceous (۱۴۵)
- ۶۵ میلیون سال پیش: انقراض گروه‌های زیادی از مهره‌داران، به ویژه بیشتر دایناسورها و همهٔ تروسورها
- ۸۰ میلیون سال پیش: نخستین مورچه‌ها و موریانه‌ها
- ۹۰ میلیون سال پیش: انقراض آخرین ایکتیوسورها: خزندگان ماهی‌شکل کاملاً آبزی برای همیشه از بین رفتند؛ نخستین مارها
- ۱۰۰ میلیون سال پیش: نخستین زنبورها، نخستین علف‌ها و گندمیان
- ۱۳۰ میلیون سال پیش: نخستین گیاهان گل‌دار

ژوراسیک Jurassic (۲۰۰)
- ۱۵۵ میلیون سال پیش: نخستین حشرات خون‌آشام؛ پرندگان از گروهی از دایناسورهای پردار تکامل یافتند.
- ۱۷۰ میلیون سال پیش: نخستین سمندرها، نخستین دایناسورهای پردار
- ۲۰۰ میلیون سال پیش: قدیمی‌ترین آثار به‌جا مانده از ویروس‌ها

تریاس Triassic (۲۵۱)
- ۲۲۰ میلیون سال پیش: نخستین کروکودیل‌ها و مهره‌داران خون‌گرم: پستانداران، دایناسورها و تروسورها
- ۲۴۵ میلیون سال پیش: نخستین خزندگان کاملاً آبزی

پالئوزوئیک Paleozoic

پرمین Premian (۲۹۹)
- ۲۵۱/۴ میلیون سال پیش: انقراض بزرگ پرمین؛ ۹۰-۹۵درصد گونه‌های دریایی که در رسوبات پیش از پایان پرمین می‌شناسیم، در رسوبات بالاتر هرگز دیده‌نمی‌شوند. ۳۰ میلیون سال زمان لازم است تا زندگی روی خشکی به حالت پیشین بازگردد.
- ۲۸۰ میلیون سال پیش: نخستین سوسک‌ها، تنوع گیاهان مخروط‌دار

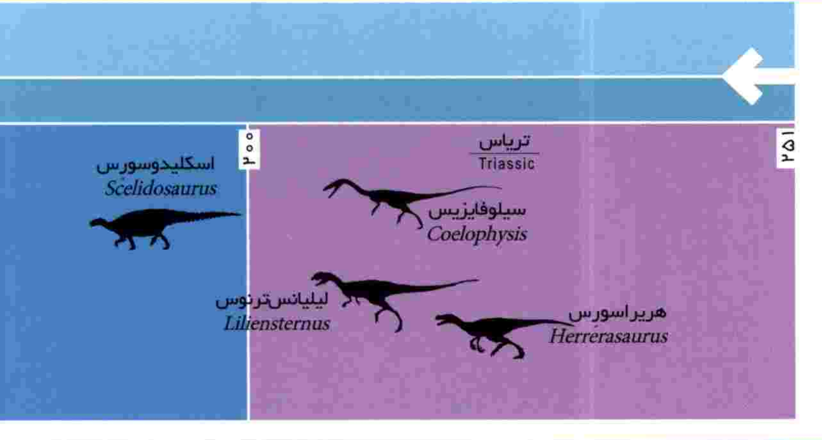
کربونیفر Carboniferous (۳۵۹)
- ۳۳۰ میلیون سال پیش: نخستین مهره‌داران کاملاً خشکی‌زی

دونین Devonian (۴۱۶)
- ۳۶۰ میلیون سال پیش: نخستین دوزیستان، خرچنگ‌ها و سرخس‌ها
- ۳۶۳ میلیون سال پیش: نخستین گیاهان دانه‌دار، ماهی‌های غضروفی و استخوانی: ماهی‌های استخوانی در آغاز نیمه‌دوزیست و شش‌دار بودند. به‌زودی، یک گروه از آن‌ها کاملا به زندگی در خشکی خوگرفت. ۳۹۵ میلیون سال پیش: نخستین گل‌سنگ‌ها، کنه‌ها، و حشرات در خشکی و آمونیت‌ها در آب به‌وجود آمدند.

سیلورین Silurian (۴۴۳)

اردوویسین Ordovician (۴۸۸)
- ۴۵۰ میلیون سال پیش: نخستین بندپایان خشکی‌زی: هزارپایان
- ۴۷۵ میلیون سال پیش: نخستین گیاهان خشکی‌زی
- ۴۸۵ میلیون سال پیش: نخستین مهره‌داران

کامبرین Cambrian (۵۴۲)
- ۵۳۰ میلیون سال پیش: نخستین ردپای به‌جا مانده از جانوران خشکی‌زی
- ۵۳۵ میلیون سال پیش: تنوع چشمگیر گروه‌های شناخته‌شدهٔ امروزی جانوران: سخت‌پوستان، تری‌لوبیت‌ها، خارپوستان، نرم‌تنان و...



پراکنش دایناسورها در زمان و مکان

همهٔ دایناسورها در همهٔ جهان پراکنده‌نبودند (← فصـ. ۳۲). در این نقشه می‌توانید ببینید که برخی از معروف‌ترین دایناسـورها در کـدام مناطق زندگی‌می‌کرده‌اند. برای ساده‌تر شدن، مهم‌ترین نقاطی که در سراسر جهان محل اکتشاف دایناسورها بوده‌انـد به‌طور دقیق علامت‌گذاری‌شـده‌اند. در هر کدام از این نقاط ممکن‌اسـت چندین دایناسـور مختلف یافته‌شده‌باشـد، بنابراین مهم‌ترین دایناسـورهای هر منطقـه صـرف نظر از محل دقیق اکتشـاف و تنها در کنار خط نشـان مربوط به آن منطقه مشخص‌شـده‌اند. دقت‌کنید که این دایناسورها نه لزوماً هم‌زمان با هم زندگی‌می‌کرده‌انـد، و نه به یک مقیاس ترسیم‌شـده‌اند. در خـط زمان روبه‌رو هم می‌توانید پراکنش زمانی برخی از این دایناسورها را هم ببینید.

سینتائوسورس
Tsintaosaurus
اُوی‌راپتور
Oviraptor
گالی‌مایموس
Gallimimus
ولاسی‌راپتور
Velociraptor
پروتوسراتوپس
Protoceratops
مونونیکوس
Mononykus
تاربوسورس
Tarbosaurus
توژیانگوسورس
Tuojiangosaurus
لیموسورس
Limusaurus
هوئایانگوسورس
Huayangosaurus
اپی‌دندروسورس
Epidendrosaurus
تریزینوسورس
Therizinosaurus
دیکریوسورس
Dicraeosaurus
هترودونتوسورس
Heterodontosaurus
ماجونگاسورس
Majungasaurus
اُسترالوونه‌تور
Australovenator
مین‌می
Minmi
جیرافاتایتن
Giraffatitan

فانروزوئیک Phanerozoic

مزوزوئیک Mesozoic

۶۵

کرتاسه Cretaceous

تری‌سراتوپس *Triceratops*
یوپلوسفالوس *Euoplocephalus*
اسپاینوسورس *Spinosaurus*
اورنیتومایموس *Ornithomimus*
تیرانوسورس *Tyrannosaurus*
سوروپلتا *Sauropelta*
هیپسیلوفودون *Hypsilophodon*
برایونیکس *Baryonyx*

۱۴۵

ژوراسیک Jurassic

کامپتوسورس *Camptosaurus*
هونایانگوسورس *Huayangosaurus*
براکیوسورس *Brachiosaurus*

تیرانوسورس *Tyrannosaurus*
براکیوسورس *Brachiosaurus*
دیپلودوکوس *Diplodocus*
دایلوفوسورس *Dilophosaurus*
سراتوسورس *Ceratosaurus*
یوپلوسفالوس *Euoplocephalus*
استیگوسراس *Stegoceras*
تری‌سراتوپس *Triceratops*
آپاتوسورس *Apatosaurus*
کامپتوسورس *Camptosaurus*
آلاموسورس *Alamosaurus*
ترودون *Troodon*
تسکلوسورس *Thescelosaurus*
اورنیتومایموس *Ornithomimus*
تنونتوسورس *Tenontosaurus*
سیلوفایزیس *Coelophysis*
استیگوسورس *Stegosaurus*
پاراسورولوفوس *Parasaurolophus*
سنتروسورس *Centrosaurus*
پاکی‌سفالوسورس *Pachycephalosaurus*

سوروپلتا *Sauropelta*

برایونیکس *Baryonyx*
لیلیانس‌ترنوس *Liliensternus*
هیپسیلوفودون *Hypsilophodon*
رابدودون *Rhabdodon*
اسکلیدوسورس *Scelidosaurus*
میراگایا *Miragaia*
کارکارودونتوسورس *Carcharodontosaurus*
آفرووینه‌تور *Afrovenator*
اسپاینوسورس *Spinosaurus*
سوکومایموس *Suchomimus*

کارنوتائورس *Carnotaurus*
ریوهاسورس *Riojasaurus*
آمارگاسورس *Amargasaurus*
جیگانوتوسورس *Giganotosaurus*
آلوارزسورس *Alvarezsaurus*
هریراسورس *Herrerasaurus*
سالتاسورس *Saltasaurus*

بیشترین یافته‌های دایناسورشناس‌ها از غرب آمریکای شمالی و آسیا بوده‌است. اروپا و آفریقا در رتبه‌های بعدی قرار دارند. سرزمین‌هایی مانند هند، ماداگاسکار و استرالیا نیز تعداد قابل توجهی دایناسور شناخته‌شده دارند، اما از نقاطی مثل ایران، یافته‌های بسیار اندکی تا کنون به دست آمده‌است (← فصـ ۵۰).

درخت زندگی
تکامل و رده‌بندی جانداران

تکامل نظریه‌ای است که زیست‌شناسان برای توجیه شباهت‌ها و تنوع زیستی میان جانداران به‌کار می‌برند. طبق این نظریه، همهٔ جانداران روی کرهٔ زمین خویشاوند هستند و از نیای اولیهٔ مشترک تکامل یافته‌اند. این نیای آغازین به چند گونهٔ بعدی، و هرکدام از آن‌ها دوباره به چند گونهٔ بعد از خود تکامل پیدا کرده‌اند. بدین‌ترتیب، همهٔ جانداران به‌صورت شاخه‌شاخه از نیاکانی دور و نزدیک مشتق شده‌اند. هرچه شباهت دو جاندار بیشتر باشد، مشخص می‌شود که از زمان جدایی آن‌ها از آخرین نیای مشترکشان مدت کمتری می‌گذرد و در اصطلاح، آن‌ها خویشاوندی نزدیک‌تری با هم دارند. به هر حال، بی‌شباهت‌ترین جانداران نیز در بنیادی‌ترین ساختارهای حیاتی کاملاً مشابه‌اند؛ بنابراین، یک نیای مشترک بسیار باستانی، پدربزرگ همهٔ آن‌ها بوده است. همین خویشاوندی مبنای کار زیست‌شناسان برای رده‌بندی جانداران است.

داروین و انتخاب طبیعی

داروین پس از سال‌ها سفر با کشتی و سپس، سال‌های بیشتری تفکر و جمع‌بندی اطلاعات به‌دست آمده، متوجه سازوکار نهفته در تکامل جانداران شد. او می‌دانست که شرایط زمین تغییر می‌کند و در گذشته نیز تغییر کرده است. به‌علاوه، می‌دانست که با رشد جمعیت، محدودیت منابع باعث افزایش مرگ‌ومیر و در نهایت، ثابت‌ماندن جمعیت می‌شود. داروین همچنین، متوجه شده بود که جمعیت‌های جانداران هرگز یک‌دست نیستند و میان افراد مختلف، تنوع وجود دارد؛ تنوعی که تنها به‌دلیل وجود تفاوت‌های اکتسابی نیست بلکه بدین علت است که افراد مختلف به‌صورت ذاتی با هم متفاوت‌اند و این تفاوت‌ها به نسل‌های بعدی آن‌ها نیز به ارث می‌رسد. محیط محدود و منابع اندک، شرایط را برای بقای افراد ضعیف، پرخور و تنبل دشوار می‌کند. بنابراین، بخت بقا برای قوی‌ترها بیشتر می‌شود و آن‌ها صفات برتر خود را هرچه بیشتر به نسل بعد از خود منتقل می‌کنند. نام این نظریه، انتخاب طبیعی است. البته داروین در ابراز این نظریه تنها نبوده و هم‌زمان با او، دانشمند دیگری به نام والِس[2] دقیقاً به همین نتیجه رسیده است. بنابراین، ما امروزه این نظریه را نظریهٔ «داروین ـ والِس» می‌نامیم.

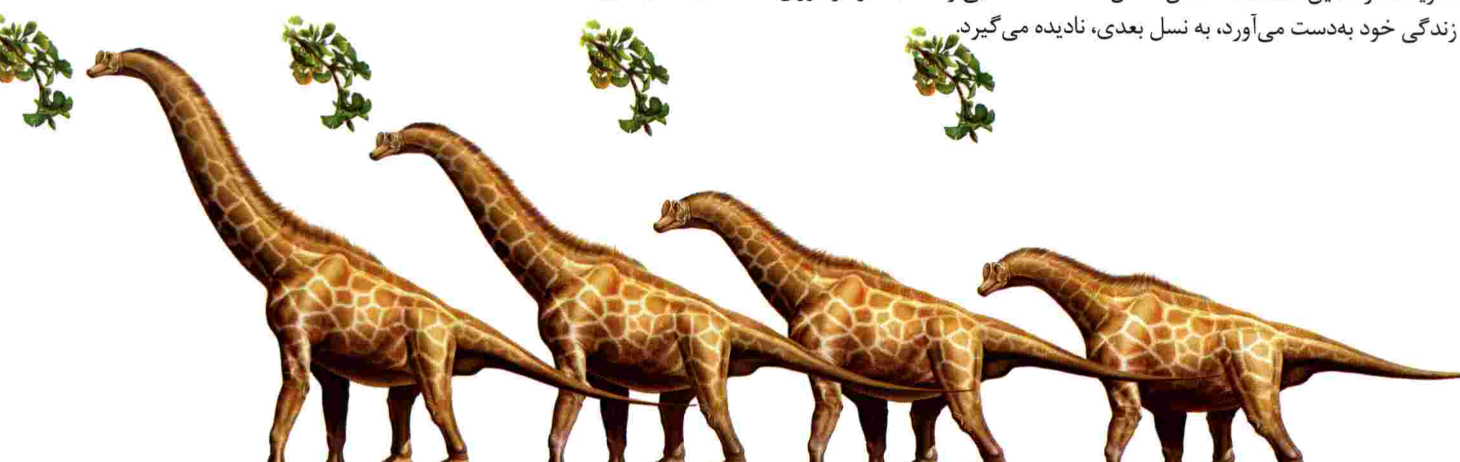
تکامل پیش از داروین

اندیشهٔ تکامل از زمان یونانیان باستان وجود داشته اما بر آنان معلوم نبوده است که چه سازوکاری در پس تغییر تدریجی گونه‌ها وجود دارد. داروین برخلاف یونانیان باستان که در خانه‌های خود به تفکر پیرامون جهان می‌نشستند، به سفری طولانی و پرخطر رفت وتوانست نظریه‌ای قابل‌قبول دربارهٔ سازوکار تکامل ارائه دهد. با این حال، او نخستین کسی نبود که توانست به چنین نظریه‌ای برسد. تقریباً هزارسال پیش، دانشمندانی در ایران به‌لطف مشاهدهٔ مستقیم طبیعت و جانداران آن چنین نظریه‌ای را باور داشتند!

مهم‌ترین کسی که پیش از داروین در جهان غرب کوشیده بود تکامل جانداران را به صورت علمی توضیح دهد، لامارک[1] بود. البته، سازوکاری که او برای این تغییرات ارائه داد، درست نبود. لامارک عقیده داشت که جانداران با استفادهٔ بیشتر از برخی صفات باعث رشد و بروز بیشتر آن‌ها و با استفادهٔ کمتر موجب تحلیل‌رفتن آن‌ها می‌شوند؛ سپس، این صفات تغییریافته به نسل‌های بعد منتقل می‌گردند. اشکال نظریهٔ لامارک این است که امکان انتقال صفات اکتسابی را که جاندار در دوران زندگی خود به‌دست می‌آورد، به نسل بعدی، نادیده می‌گیرد.

رده‌بندی لینه‌ای

کارل لینه[3]، که در قرن هیجدهم زندگی می‌کرد، نخستین کسی بود که رده‌بندی جانداران را در مفهوم امروزی آن مدون کرد. پیش از او، رده‌بندی جانداران سلیقه‌ای بود و هر کس به میل خود از نام‌هایی برای گونه‌ها و گروه‌های مختلف استفاده می‌کرد. پیروی از قانون‌های لینه برای پیشگیری از هرج‌ومرج، ضروری است. یکی از این قوانین، لزوم نام‌گذاری جانداران به زبان لاتین و با الفبای لاتین است[5]. ممکن است دو یا چند نام با تلفظ یک‌سان، املاهای مختلفی داشته باشند؛ بنابراین، املای لاتین نام‌های علمی بسیار مهم است. طبق قوانین لینه، نام هر جانور منحصر به فرد است و نمی‌توان از یک نام برای دو جانور یا دو گروه استفاده کرد. اهمیت املای درست لاتین با یک مثال روشن‌می‌شود؛ نام دو جانور در فارسی «مونونیکوس» نوشته می‌شود اما در لاتین دو املای مختلف دارند: *Mononykus* (نام یک دایناسور) و *Mononichus* (نام یک سوسک). می‌بینید که بدون دانستن املای درست لاتین نمی‌توان متوجه‌شد که منظور از «مونونیکوس» یک سوسک است یا یک دایناسور!

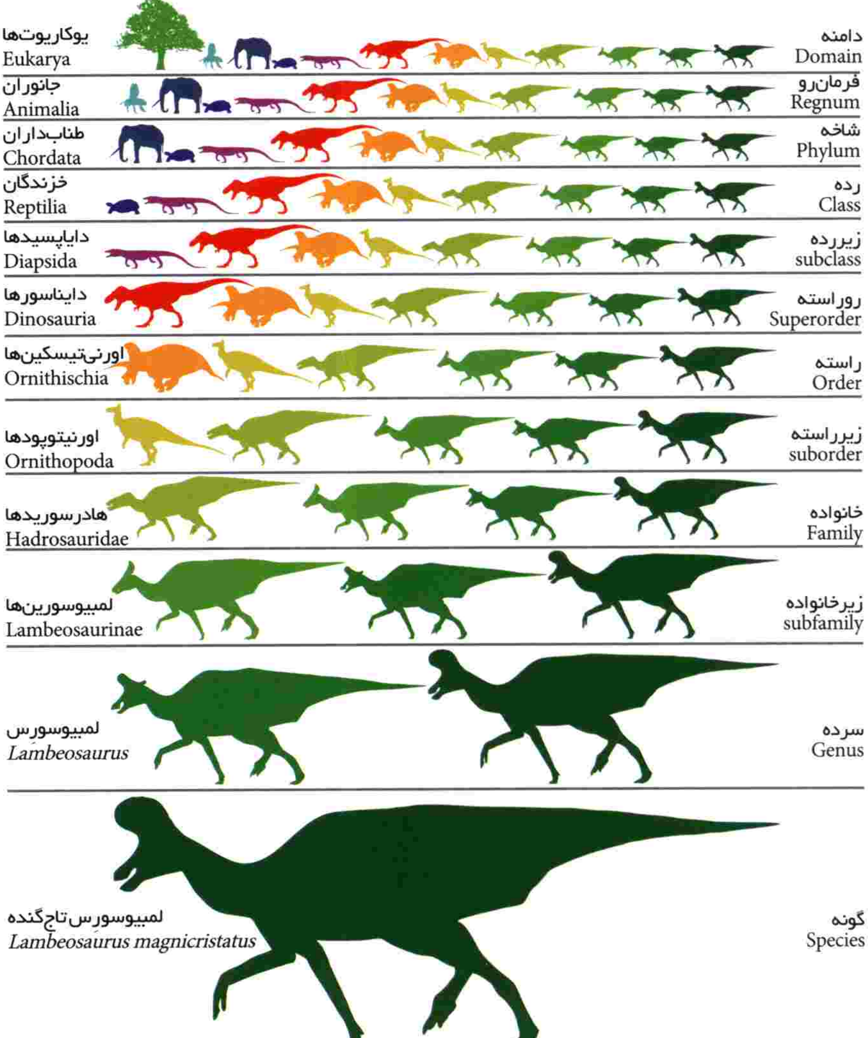


طبق نظریهٔ لامارک، جانورانی که بر اثر استفادهٔ زیاد از یک اندام موجب رشد آن شده‌اند، این ویژگی را به نسل بعد منتقل می‌کنند و بدین ترتیب، گونه‌ها تکامل می‌یابند؛ مثلاً دایناسوری که برای تغذیه از برگ‌های بالای درختان، گردن می‌کشد، بچه‌هایی گردن‌درازتر خواهد یافت و بچه‌هایش نیز به همین منظور گردن می‌کشند و گردن خود و بچه‌های بعدی‌شان باز هم درازتر می‌شود. بعدها با اثبات این نکته که صفات اکتسابی به ارث‌نمی‌رسند، نادرست‌بودن نظریهٔ لامارک آشکار شد.

1- Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet Lamarck 2- Alfred Russel Wallace 3- Carolus Linnæus; Originally Karl Linné

نام‌های علمی و سطوح رده‌بندی لینه‌ای

همهٔ موجودات زنده در یکی از سه دامنهٔ «باکتری‌ها»، «آرکئن‌ها» یا «یوکاریوت‌ها» قرار می‌گیرند. یوکاریوت‌ها جان‌دارانی هستند که یاخته‌های پیچیده‌تری دارند. مولکول‌های DNA یوکاریوت‌ها در هستهٔ یاخته جمع‌شده‌اند. جانوران، گیاهان، قارچ‌ها، جلبک‌ها، آمیب‌ها، تاژک‌داران... همگی جزء یوکاریوت‌ها هستند. هر دامنه به چند فرمانرو تقسیم‌می‌شود: فرمانروِ جانوران یکی از فرمانروهای یوکاریوتی است. هر فرمانرو نیز خود به چند شاخه تقسیم‌می‌شود. شاخهٔ طناب‌داران یکی از شاخه‌های جانوران است که شامل مهره‌داران نیز می‌شود. به‌همین ترتیب هر شاخه به چند رده، هر رده به چند راسته، هر راسته به چند خانواده و هر خانواده به چند سرده تقسیم‌می‌شود. سرانجام هر سرده شامل یک یا چند گونه است. اما درعمل همیشه باید سطوحی فرعی در این میان در نظر گرفت. برای احتراز از این آشفتگی، امروزه کم‌تر از این سطوح رده‌بندی (که توسط لینه وضع‌شده‌اند) استفاده‌می‌شود. درخت‌های تبارزایشی تا حد زیادی ما را از این شیوهٔ سنتی رده‌بندی بی‌نیاز کرده‌اند.



گونه چیست؟

مشهورترین تعریف از «گونه»، گونه را مجموعهٔ جاندارانی معرفی می‌کند که می‌توانند با هم تولیدمثل موفقیت‌آمیز جنسی انجام دهند. اگر دو جمعیت ظاهری کاملاً شبیه به هم داشته باشند اما نتوانند با هم تولیدمثل کنند، می‌گوییم دو گونهٔ مختلف‌اند. جمعیت‌هایی هم هستند که ظاهرهای بسیار متفاوتی دارند اما می‌توانند با هم تولیدمثل کنند.

به‌طور طبیعی، در میان همهٔ گونه‌ها تنوع وجود دارد. اگر عاملی باعث جدایی دو جمعیت از یک‌گونه شود، به‌طوری که مدت‌ها هیچ تولیدمثلی میان آن‌ها رخ ندهد، جهش‌های جدید و انتخاب طبیعی برای هرکدام سرنوشتی متفاوت رقم‌می‌زنند. اگر میزان تفاوت‌های دو جمعیت آن‌قدر زیاد شود که به‌سبب آن، تولیدمثل موفقی میان افراد دو جمعیت رخ‌ندهد (مثل خر و اسب)، می‌گوییم این دو جمعیت به دو گونهٔ مجزا تبدیل شده‌اند.





انتخاب طبیعی و طبیعی‌دانان مسلمان

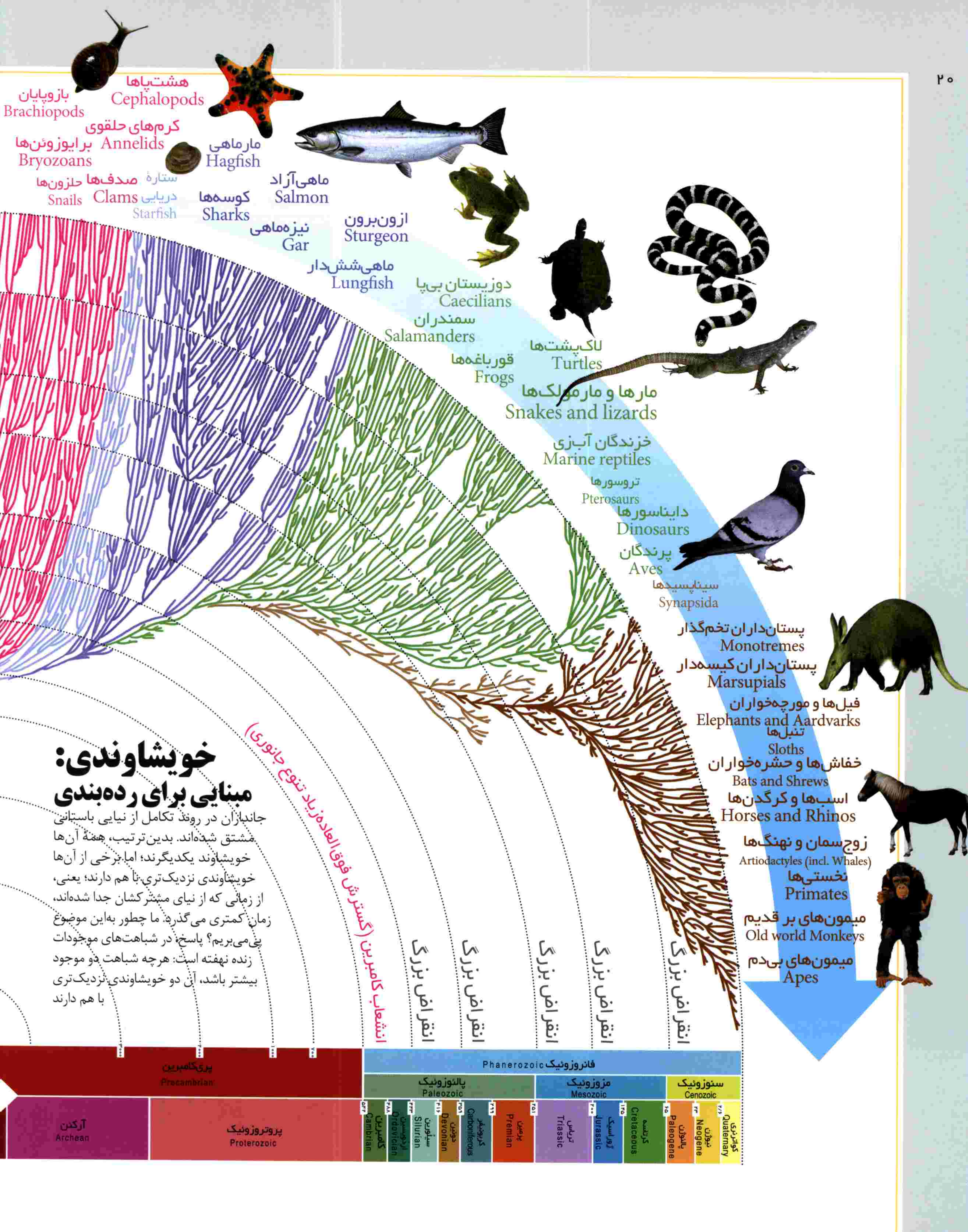
جاحظ، ادیب معتزلی عرب (۲۵۰-۱۶۰ هجری قمری) از نخستین مدافعان اندیشهٔ تکامل جانداران در جهان اسلام بود. او در «کتاب‌الحیوان» در مورد تأثیر زیست‌بوم بر جانداران، انتخاب طبیعی و تنازع بقا صحبت می‌کند:

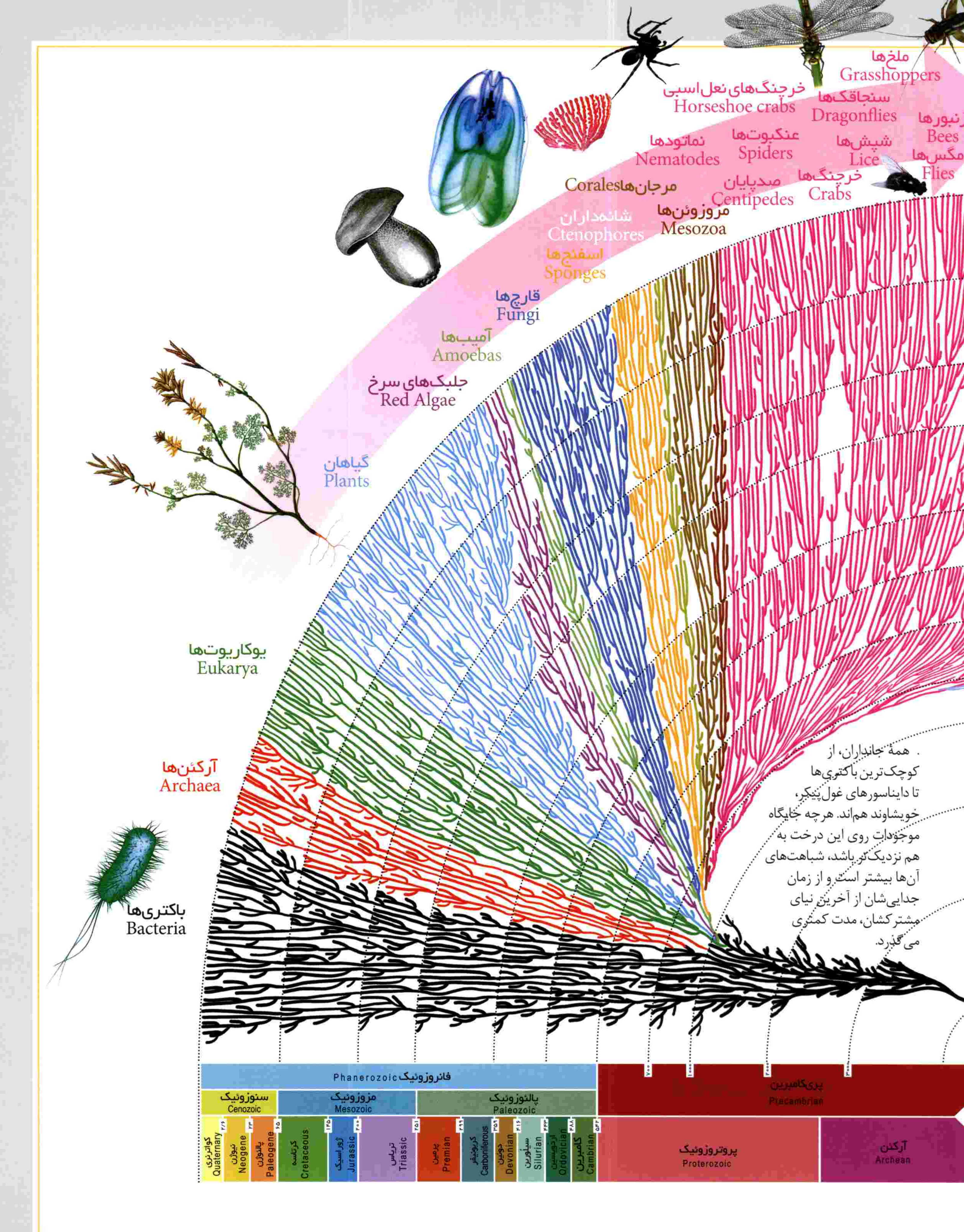
«جانوران برای بقا می‌جنگند؛ برای به‌دست‌آوردن منابع، برای اینکه خورده‌نشوند، و برای اینکه تولیدمثل کنند. جانوران تحت تأثیر عوامل محیطی ویژگی‌های جدیدی کسب می‌کنند که سبب تضمین بقایشان می‌شود؛ بدین‌ترتیب، گونه‌هایی جدید پیدا می‌شوند. جانورانی که موفق به تولیدمثل می‌شوند، می‌توانند ویژگی‌های جدید خود را به نسل بعد منتقل کنند».

پس از جاحظ، ابن مسکویهٔ رازی (۴۲۱-۳۲۰ شمسی)، دانشمند ایرانی و نومسلمان هم‌عصر پورسینا و بیرونی، به تکامل جانداران معتقد شد و در کتاب «الفوز الاصغر» بدان اشاره‌کرد. اخوان الصّفا نیز نام جمعیتی سری از دانشمندان ایرانی در بصره و بغداد قرن چهارم هجری است که ۵۴ رساله به زبان عربی تألیف کردند و به موضوع خلقت جهان آغازین و تکامل جانداران در جهان پرداختند.

خویشاوندی: مبنایی برای رده‌بندی

جانداران در روند تکامل از نیایی باستانی مشتق شده‌اند. بدین‌ترتیب، همهٔ آن‌ها خویشاوند یکدیگرند؛ اما برخی از آن‌ها خویشاوندی نزدیک‌تری با هم دارند؛ یعنی، از زمانی که از نیای مشترکشان جدا شده‌اند، زمان کمتری می‌گذرد. ما چطور به‌این موضوع پی‌می‌بریم؟ پاسخ، در شباهت‌های موجودات زنده نهفته است: هرچه شباهت دو موجود بیشتر باشد، آن دو خویشاوندی نزدیک‌تری با هم دارند




ملخ‌ها
Grasshoppers
خرچنگ‌های نعل‌اسبی
Horseshoe crabs
سنجاقک‌ها
Dragonflies
زنبورها
Bees
عنکبوت‌ها
Spiders
نماتودها
Nematodes
شپش‌ها
Lice
مگس‌ها
Flies
صدپایان
Centipedes
خرچنگ‌ها
Crabs
مرجان‌ها
Corales
مزوزوئن‌ها
Mesozoa
شانه‌داران
Ctenophores
اسفنج‌ها
Sponges
قارچ‌ها
Fungi
آمیب‌ها
Amoebas
جلبک‌های سرخ
Red Algae
گیاهان
Plants
یوکاریوت‌ها
Eukarya
آرکئن‌ها
Archaea
باکتری‌ها
Bacteria
همهٔ جانداران، از کوچک‌ترین باکتری‌ها تا دایناسورهای غول‌پیکر، خویشاوند هم‌اند. هرچه جایگاه موجودات روی این درخت به هم نزدیک‌تر باشد، شباهت‌های آن‌ها بیشتر است و از زمان جدایی‌شان از آخرین نیای مشترکشان، مدت کمتری می‌گذرد.
فانروزوئیک Phanerozoic
سنوزوئیک
Cenozoic
مزوزوئیک
Mesozoic
پالئوزوئیک
Paleozoic
پری‌کامبرین
Precambrian
کواترنری
Quaternary
نئوژن
Neogene
پالئوژن
Paleogene
کرتاسه
Cretaceous
ژوراسیک
Jurassic
تریاس
Triassic
پرمین
Premian
کربونیفر
Carboniferous
دونین
Devonian
سیلورین
Silurian
اردویسین
Ordovician
کامبرین
Cambrian
پروتروزوئیک
Proterozoic
آرکئن
Archean
۲/۶
۲۳
۶۵
۱۴۵
۲۰۰
۲۵۱
۲۹۹
۳۵۹
۴۱۶
۴۴۳
۴۸۸
۵۴۲
۷۰۰
۱۰۰۰
۲۰۰۰
۳۰۰۰

برخی شواهد تکامل:

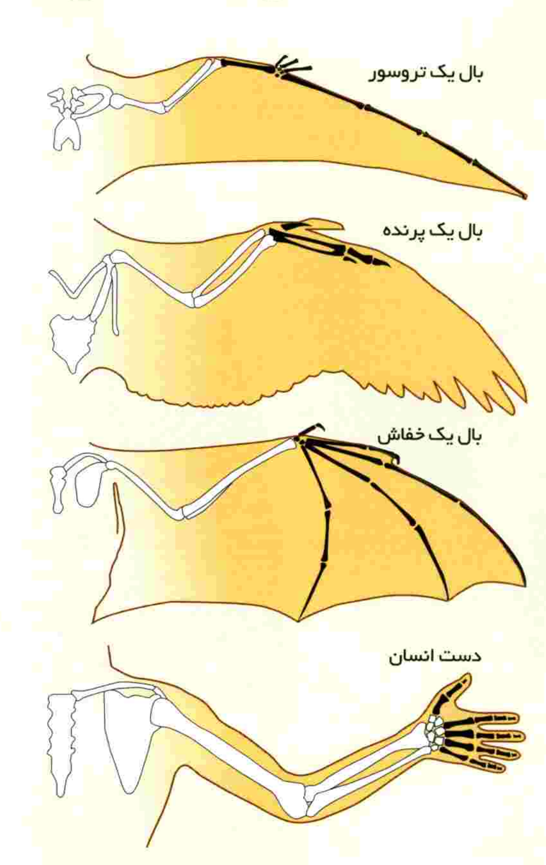
سنگواره‌ها، پراکنش جغرافیایی (← فصل ۳۲)، ساختارهای هم‌تا، ساختارهای تحلیل‌رفته و رویان‌شناسی مهم‌ترین شواهد نظریهٔ تکامل هستند. در این‌جا تنها به سه مورد آن‌ها اشاره‌شده‌است.

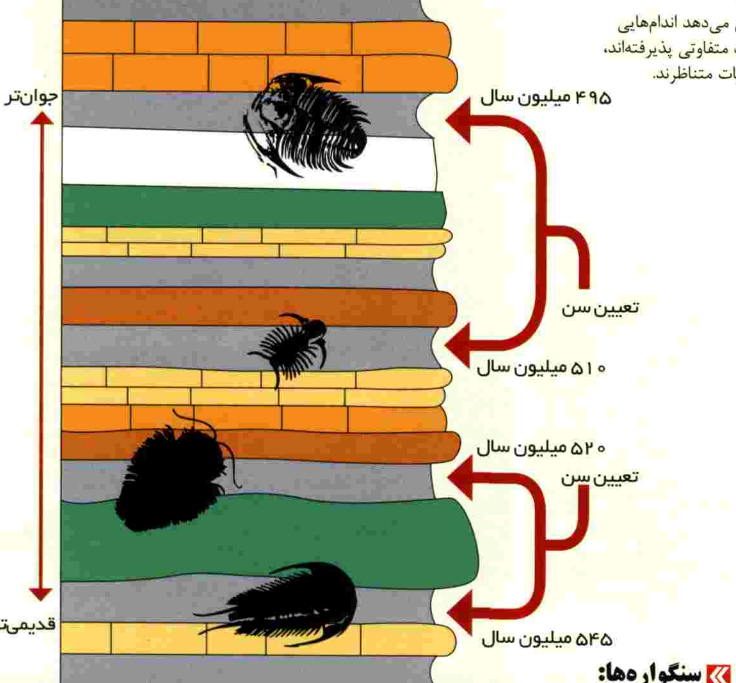
رویان شناسی:

رویان جانوران مختلف با الگوهایی کمابیش یکسان رشد خود را شروع می‌کنند. سپس از مسیرهای مشابهی تکوین می‌یابند اما هرچه سن آن‌ها بیشتر می‌شود، تفاوت‌هایشان نمود بیشتری پیدا می‌کند.

ساختارهای همتا:

وجود ساختارهای همتا نشان می‌دهد اندام‌هایی که در جانوران مختلف وظایف متفاوتی پذیرفته‌اند، دارای سرشتی یکسان با جزئیات متناظرند.





سنگواره‌ها:

وجود سنگواره‌های جانورانی که امروزه نمونهٔ زنده‌ای از آن‌ها نمی‌شناسیم، نخستین شاهد تغییر موجودات زنده است.

شباهت‌های میان جانداران

برای پیش‌بینی خویشاوندی جانداران به شباهت‌های آن‌ها نگاه می‌کنیم اما آیا «هر» شباهتی دلیل بر خویشاوندی نزدیک دو موجود زنده است؟ «پا» اندامی است که در مهره‌داران خشکی‌زی و نیز حشرات برای حرکت به‌کار می‌رود. بر این اساس، مهره‌داران خشکی‌زی که پا دارند، باید بیشتر به حشرات شبیه باشند تا ماهی‌ها! اما در حقیقت این‌طور نیست! مسلم است که همهٔ مهره‌داران خویشاوندی نزدیک‌تری با یک‌دیگر دارند تا با بندپایان. پس، تکلیف وجود «پا» در مهره‌داران خشکی‌زی و حشرات چه می‌شود؟ با اندکی دقت خواهیم دید که «پا» در حشرات و مهره‌داران، ساختارهایی بسیار متفاوت دارند: منشأ رویانی این دو اندام، ژن‌هایی که مسئول شکل‌دهی به آن‌ها هستند و آناتومی آن دو به‌هیچ وجه شبیه به هم نیست. مثلاً پای حشرات دارای اسکلت خارجی و ماهیچه‌های داخلی است؛ درحالی که پای مهره‌داران اسکلت داخلی و ماهیچه‌هایی دارد که روی استخوان سوارشده‌اند. بنابراین، دانشمندان می‌گویند که این دو اندام «منشأ تکاملی یکسان» ندارند؛ یعنی، نیای مشترک مهره‌داران و حشرات، «پا» نداشته است و هرکدام از این دو گروه در مسیر تکامل خود، جداگانه دارای پاشده‌اند. **پس، نخستین شرط برای اینکه شباهت موجودات، مبنای خویشاوندی و رده‌بندی آن‌ها قرارگیرد، این است که آن شباهت از نیای مشترک آن‌ها به ارث رسیده باشد** اما این، تنها شرط ما برای تشخیص درست شباهت‌های میان جانداران نیست.

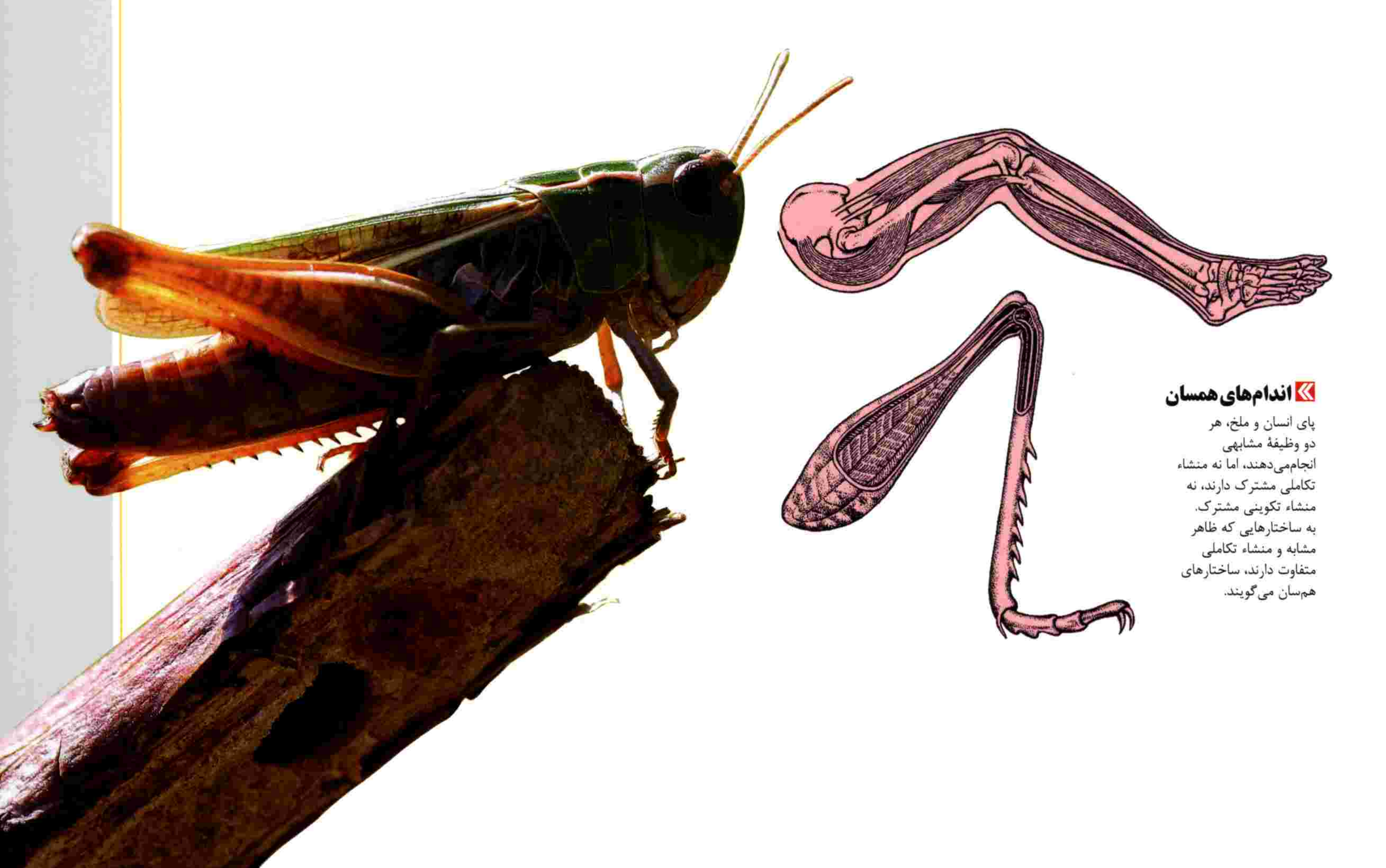
فرض کنید که قصدداریم خویشاوندی قورباغه، ماهی حوض و مارمولک را مقایسه کنیم. خویشاوندی قورباغه، ماهی و مارمولک برای ما روشن است و این یعنی زمانی پیش‌تر موجودی زندگی می‌کرده که نیای هرسه‌تای آن‌ها بوده است؛ زیرا ویژگی‌هایی میان هرسه‌تای آن‌ها مشترک است: داشتن اسکلت و دستگاه‌های بسیار مشابه نشان‌دهندهٔ این خویشاوندی است. در عین حال، قورباغه شباهت‌هایی ویژه به ماهی حوض و شباهت‌هایی به مارمولک دارد: قورباغه و ماهی حوض در آب تخم‌ریزی و تولیدمثل می‌کنند. به‌علاوه، نوزاد قورباغه مثل ماهی‌ها درون آب زندگی می‌کند و ساختار بدنش هم مثل ماهی‌هاست اما قورباغه پس از بلوغ به خشکی‌می‌آید و مثل مارمولک در خشکی زندگی می‌کند و نفس‌می‌کشد. تکلیف چیست؟ آیا قورباغه خویشاوندی نزدیک‌تری با ماهی‌حوض دارد؟

اگر قورباغه و مارمولک به‌هم نزدیک‌تر باشند، ویژگی‌های مشترک آن‌ها «جدیدتر» از تغییرات تکاملی ماهی ظاهر شده است. برعکس، اگر قورباغه و ماهی به هم نزدیک‌تر باشند، ویژگی‌های مشترک آن‌ها هم باید جدیدتر از تغییرات تکاملی مارمولک ظاهر شده باشند. کدام ویژگی‌های مشترک جدیدترند؟ تنفس در آب، یا تنفس در خشکی؟ کدام‌یک زودتر پیدا شده است: تولیدمثل در آب یا تولیدمثل در خشکی؟ مسلماً تنفس در خشکی جدیدتر است. بنابراین، نتیجه می‌گیریم که قورباغه و مارمولک، که در این ویژگی‌های جدیدتر مشترک‌اند، نیای مشترک جدیدتری داشته‌اند و در نتیجه، خویشاوندی آن‌ها نزدیک‌تر است. شباهت‌های قورباغه و ماهی (مثلاً تنفس در آب) بازمانده از گذشته‌ای دورتر است و نیاکان دور مارمولک‌ها نیز دارای این ویژگی‌ها بوده‌اند. درحقیقت، رویان مارمولک شکاف آبششی دارد اما این شکاف آبششی پس از تولد به حنجره تبدیل می‌شود. دانشمندان در رده‌بندی تنها به شباهت‌هایی از همین نوع اخیر توجه نشان می‌دهند: **تنها ویژگی‌هایی که در جدیدترین نیای مشترک دو موجود ظاهرشده‌اند، *شباهت* آن‌ها شمرده می‌شوند.**

اکنون شما را با یک پرسش بزرگ تنها می‌گذاریم:

تمساح، مارمولک و کبوتر هرسه مهره‌دارانی خشکی‌زی هستند. مارمولک و تمساح خون‌سردند، پر ندارند و چهارپا هستند. از طرف دیگر، تمساح و کبوتر دارای قلب چهارحفره‌ای هستند و پاهایشان در زیر بدنشان قرار می‌گیرد نه کنار بدنشان. به‌نظر شما تمساح به مارمولک شبیه‌تر و نزدیک‌تر است یا به کبوتر؟

خوشبختانه پاسخ این پرسش را در همین کتاب خواهید یافت!



اندام‌های همسان

پای انسان و ملخ، هر دو وظیفهٔ مشابهی انجام‌می‌دهند، اما نه منشاء تکاملی مشترک دارند، نه منشاء تکوینی مشترک. به ساختارهایی که ظاهر مشابه و منشاء تکاملی متفاوت دارند، ساختارهای هم‌سان می‌گویند.

درخت‌های تبارزایشی

گفتیم که وقتی می‌خواهیم جانداران را بر اساس شباهت‌های آن‌ها رده‌بندی کنیم، دو شرط برای درست شمرده‌شدن شباهت‌های میان دو جاندار وجود دارد:

۱. این شباهت‌ها جداگانه تکامل نیافته باشند بلکه در نیای مشترک دو جاندار وجود داشته باشند.

۲. این شباهت‌ها پیش از نیای مشترک نیز وجود نداشته باشند بلکه جزء ویژگی‌هایی باشند که در جریان تکامل در آن نیای مشترک ظاهر شده‌اند.

همهٔ کسانی که با رده‌بندی لینه‌ای سروکار داشتند، با نظریهٔ تکامل آشنا نبودند: از جمله خود لینه. بنابراین، تعجبی‌ندارد که لینه بسیاری از موجودات را بر اساس صفاتی با هم در یک رده‌بندی قرار داده که جداگانه تکامل یافته بودند یا اصولاً صفاتی قدیمی محسوب می‌شدند؛ مثلاً نداشتن مهره مبنای رده‌بندی «بی‌مهرگان» قرارگرفت؛ درحالی که برخی بی‌مهرگان خویشاوندی نزدیک‌تری با مهره‌داران دارند. پس، گروهی به نام «بی‌مهرگان» وجود ندارد.

دانشمندان بر اساس میزان شباهت‌های جانداران و به‌کمک روش‌های تحلیلی ریاضی و البته با ابزار رایانه، نمودارهایی به‌نام درخت تبارزایشی رسم‌می‌کنند. هرچه شباهت موجودات بیشتر باشد، در روی این نمودارها نزدیک‌تر به‌هم قرار می‌گیرند و بنابراین، نزدیک‌تر به‌هم رده‌بندی می‌شوند.

وقتی از یک خانواده یا یک گروه از دایناسورها صحبت می‌کنیم، منظورمان این است که همهٔ گونه‌های آن خانواده از نیایی مشترک تکامل‌یافته‌اند و ویژگی‌های مشترک زیادی را از آن نیای مشترک به‌ارث برده‌اند.

درخت‌های تبارزایشی معمولاً به ساده‌ترین روش ممکن به ما می‌گویند که کدام موجودات خویشاوندی نزدیک‌تری با هم دارند. ساده‌ترین شکل یک درخت تبار زایشی این‌گونه است:

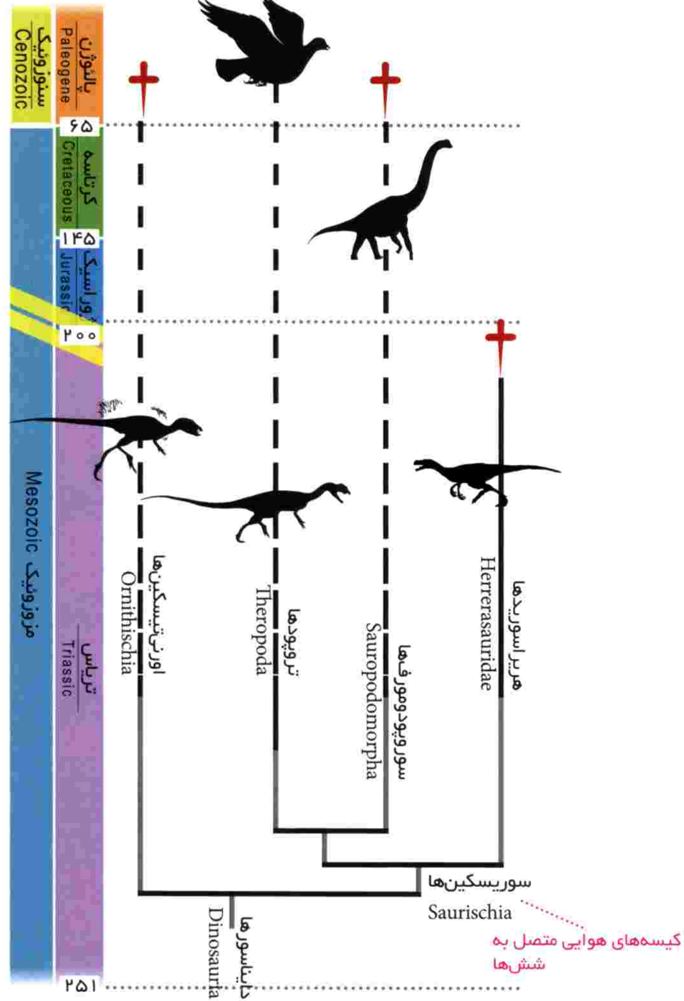
اورنی‌تیسکین‌ها
Ornithischia
تروپودها
Theropoda
سوروپودومورف‌ها
Sauropodomorpha
هریراسوریدها
Herrerasauridae
آخرین نیای مشترک سوروپودومورف‌ها و تروپودها
سوریسکین‌ها
Saurischia
آخرین نیای مشترک سوریسکین‌ها (هریراسوریدها، سوروپودومورف‌ها و تروپودها)
آخرین نیای مشترک همهٔ دایناسورها (اورنی‌تیسکین‌ها و سوریسکین‌ها)

دایره‌های کوچکی که در محل جداشدن شاخه‌های این درخت قرار دارند (و یکی از آن‌ها با رنگ سرخ مشخص‌شده‌است) در اصطلاح گره نامیده‌می‌شوند.

هرکدام از این گره‌ها نشان‌دهندهٔ آخرین نیای مشترک شاخه‌هایی هستند که از آن‌ها جداشده‌اند؛ برای مثال، گرهٔ سرخ‌رنگی که نشان‌دهندهٔ آخرین نیای مشترک هریراسوریدها، سوروپودومورف‌ها و تروپودهاست.

البته این درخت در مورد این‌که هرکدام از این موجودات در چه زمانی زندگی می‌کرده‌است، چیزی به ما نمی گوید. تنها چیزی که می‌توان از شکل این درخت متوجه شد این است که ۱. سوروپودومورف‌ها و تروپودها خویشاوندی نزدیک‌تری با هم دارند تا با هریراسوریدها و اورنی‌تیسکین‌ها؛ ۲. هریراسوریدها خویشاوندی نزدیک‌تری با سوروپودومورف‌ها و تروپودها دارند تا با اورنی‌تیسکین‌ها.

یکی از مهم‌ترین اشتباهات بیشتر دانش‌آموزانی که با درخت‌های تبارزایشی یا درخت تکاملی آشنا می‌شوند، این است که فراموش‌می‌کنند گروهی مثل هریراسوریدها (در این درخت خاص) به هر دو گروه سوروپودومورف‌ها و تروپودها به یک اندازه نزدیک است؛ در حقیقت هریراسوریدها خویشاوند نزدیک آخرین نیای مشترک سوروپودومورف‌ها و تروپودها هستند؛ به‌همین دلیل است که نمی‌توان گفت هریراسوریدها بیشتر به تروپودها شبیه‌اند یا به سوروپودومورف‌ها.



در این کتاب مقداری اطلاعات بیش‌تر به همین درخت‌های تبارزایشی افزوده‌شده و نمودارهای کامل‌تری به دست آمده که نه تنها در مورد خویشاوندی دایناسورها اطلاعات دقیقی در اختیار ما می‌گذارد، بلکه به ما می‌گوید هرکدام از آن‌ها دقیقاً در چه زمانی می‌زیسته‌اند و از آخرین نیای مشترکشان در چه زمانی تکامل‌یافته‌اند.

راهنمای خواندن درخت‌های تبارزایشی

پالئوژن Paleogene سنوزوئیک Cenozoic
۶۵
کرتاسه Cretaceous مزوزوئیک Mesozoic

خط زمان

خط زمان همهٔ درخت‌های تبارزایشی این کتاب بر اساس خط زمانی ارائه‌شده در فصل ۳ همین کتاب ترسیم‌شده‌است. عددهای روی این خط زمانی نشان‌دهندهٔ «میلیون سال پیش» هستند؛ مثلاً «۶۵» یعنی ۶۵ میلیون سال پیش.

ژوراسیک Jurassic
۲۰۰
تریاس Triassic مزوزوئیک Mesozoic

شکست در خط زمان

گاهی بخش مهمی از درخت تکاملی مربوط به بازهٔ زمانی کوچکی است که به بزرگ‌نمایی نیاز دارد؛ اما نیازی به بزرگ‌نمایی کل خط زمانی نیست. در این حالت، قسمتی از خط زمانی دارای بزرگ‌نمایی متفاوت با بقیهٔ خط زمان است. خطوط اُریب زردرنگ نشان‌دهندهٔ شکست در خط زمان یا تغییر بزرگ‌نمایی در آن است.

هریراسوریدها Herrerasauridae

تبارها

خطوط سیاه‌رنگ هر تبار نشان‌دهندهٔ بخشی از خط زمان هستند که سنگواره‌های قطعی از تبار مورد نظر از آن دوره کشف‌شده‌اند. اما خطوط خاکستری رنگ نشان‌دهندهٔ بخشی از خط زمان هستند که فکرمی‌کنیم تبار مورد نظرمان در آن دوره وجود داشته، اما سنگواره‌اش از آن دوره کشف‌نشده‌است.

علامت خنجر سرخ‌رنگ ✝ هم نشان‌دهندهٔ انقراض کامل تبار مورد نظر است.

به جز خطوط سیاه، خاکستری و ✝، ممکن است عناصر دیگری مثل تصاویر سایه‌ای و حتی تصویر اسکلت دایناسورها هم به درخت‌ها اضافه‌شود. اما باید دقت‌کرد که **این عناصر اضافه (تصاویر سایه‌ای و اسکلت‌ها) با خط زمان منطبق نیستند** و صرفا برای روشن‌تر شدن موضوع اضافه‌شده‌اند.

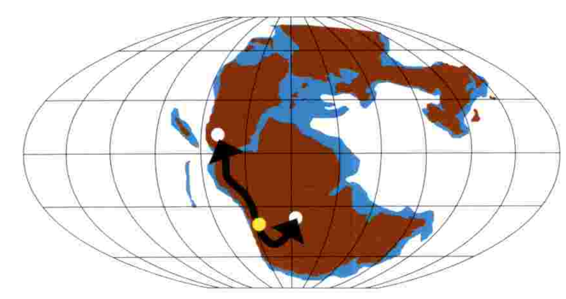


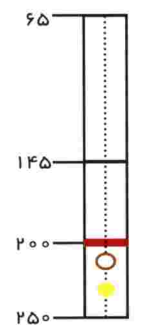
توضیحات صورتی‌رنگ

توضیحات صورتی‌رنگی که با خط‌چین به نام برخی تبارها متصل‌شده‌اند، همان ویژگی‌های مشترک اعضای آن تبارند. به‌عبارت دیگر، آخرین نیای مشترک تبار مورد نظر دارای ویژگی‌های مشخص‌شده با رنگ صورتی شده‌است و این ویژگی‌ها به همهٔ شاخه‌هایی که از این نیای مشترک تکامل‌یافته‌اند (یعنی همهٔ جانورانی که درون تبار قراردارند) هم به ارث‌رسیده‌است. گاهی برای درک بهتر موضوع قسمت‌هایی از تصاویر، اسکلت‌های درون کتاب هم با رنگ صورتی مشخص‌شده‌اند تا هیچ نکتهٔ مبهمی در مورد جزئیات کالبدشناسی، که در توضیحات تکاملی آمده‌اند باقی‌نماند.

راهنمای خواندن نقشه‌های این کتاب

یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد این کتاب، ارائه‌دادن نقشه‌های جداگانه برای پراکنش هر کدام از تبارهای دایناسورهاست. در هریک از این نقشه‌ها آرایش قاره‌ها به همان شکلی آمده‌است که در زمان زندگی تبار مورد نظر بوده‌است. بنابراین می‌توان دید که نیای مشترک هر تبار در چه منطقه‌ای می‌زیسته و گونه‌های بعدی در چه مناطقی تکامل‌یافته‌اند.





نقطهٔ زردرنگ

نقطهٔ زردرنگ ● هر نقشه نشان‌دهندهٔ محلی از کرهٔ زمین است که تصورمی‌کنیم تبار مورد نظر از آن‌جا برخاسته است و نیای مشترک تبار در آن مکان می‌زیسته‌است.

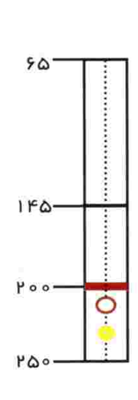
نقاط سفیدرنگ

نقاط سفیدرنگ ○ هر نقشه نیز نشان‌دهندهٔ مکان‌های دیگری هستند که اعضای بعدی آن تبار در آن‌جا می‌زیستند.

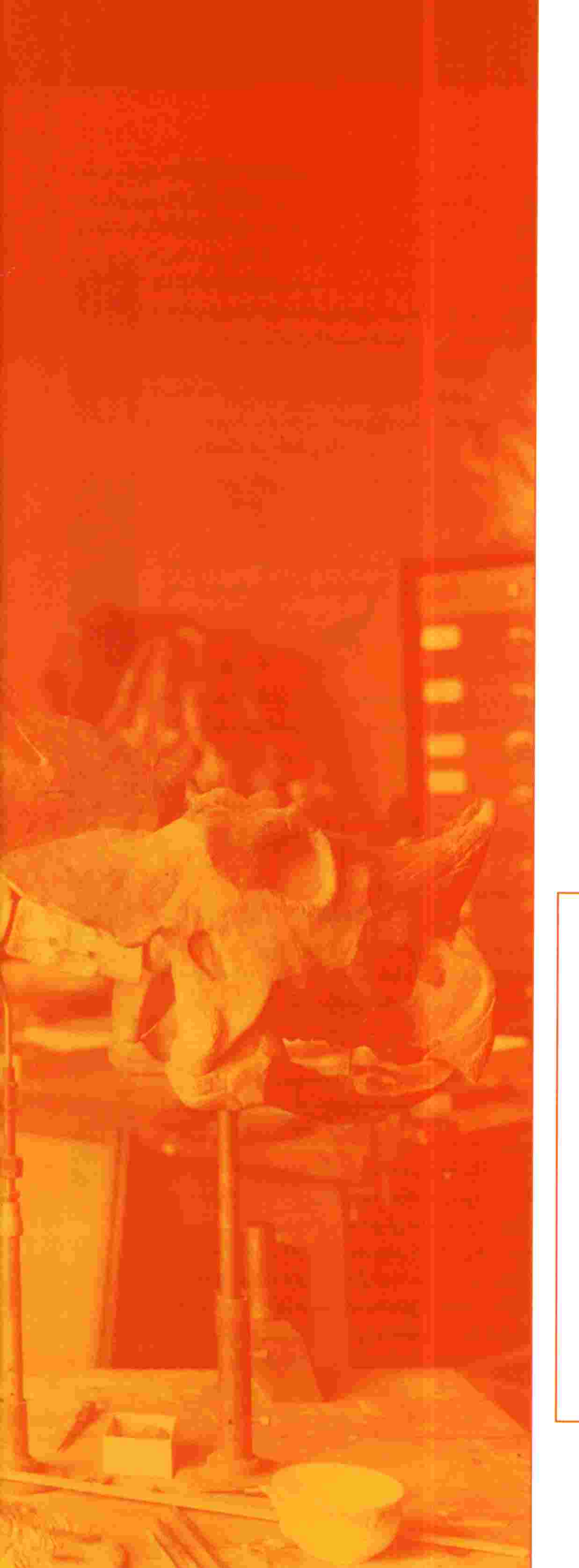
پیکان‌های سیاه‌رنگ

پیکان‌های سیاه‌رنگ مسیرهای احتمالی مهاجرت و گونه‌زایی دایناسورها را نشان‌می‌دهند.

خط زمانی

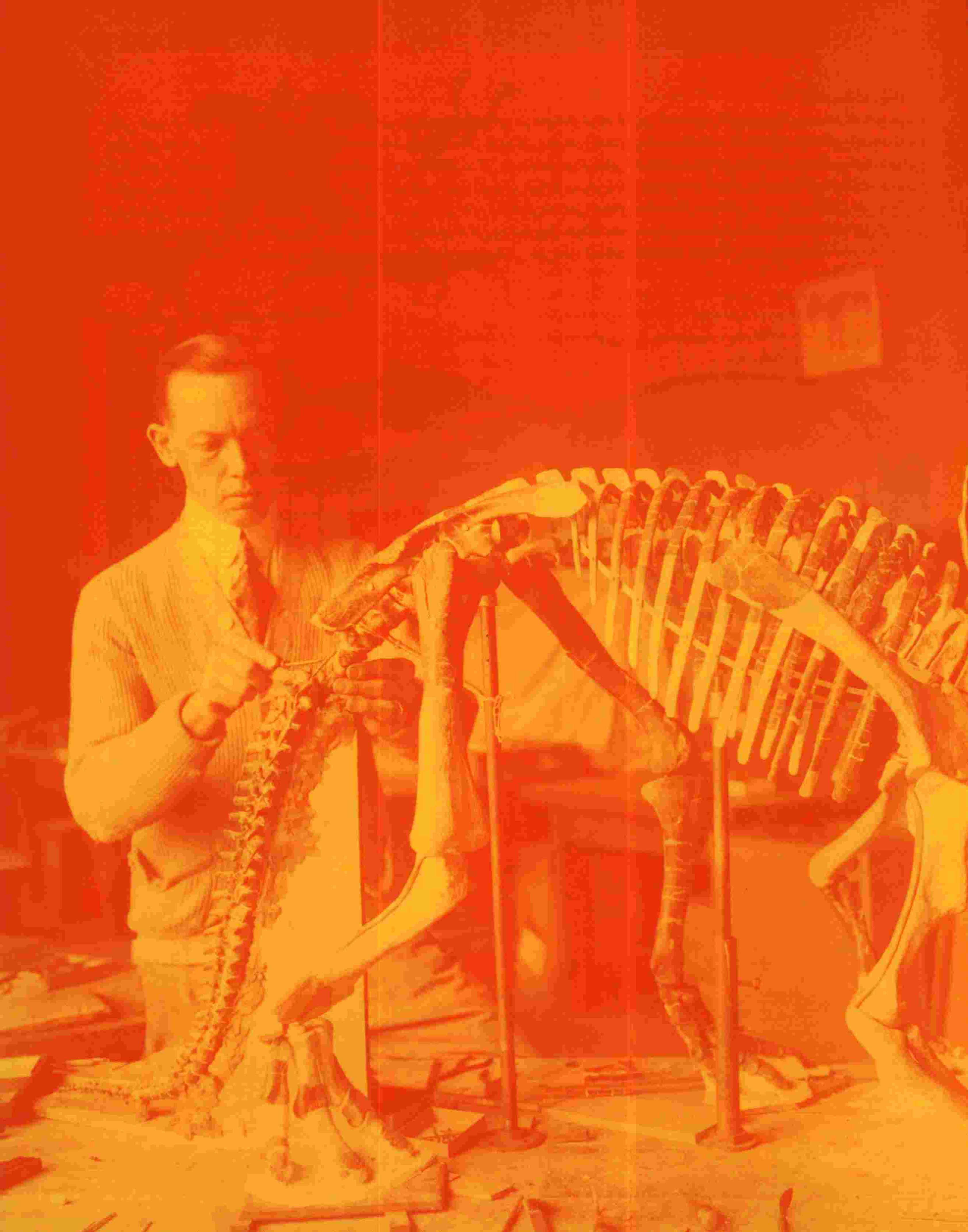


کنار هر کدام از نقشه‌های کتاب، یک خط زمانی بسیار ساده وجود دارد که خط سرخ‌رنگ روی آن به ما می‌گوید آن نقشه وضعیت قاره‌ها را دقیقاً در چند میلیون سال پیش نشان‌می‌دهد. البته باید توجه‌کرد که تکامل هرکدام از تبارهایی که در این کتاب مورد بحث قرارگرفته‌اند، در یک لحظه رخ‌نداده‌است. در بیشتر موارد گونه‌زایی و پراکنش گونه‌های جدید از نقطهٔ زردرنگ به نقاط سفیدرنگ، چند میلیون سال طول‌کشیده است. حتی در مواردی فرگشت یک تبار طی چند ده میلیون سال رخ‌داده‌است و قاره‌ها نیز طی این مدت تغییرات زیادی کرده‌اند. بنابراین در هر خط زمانی، جایگاه تقریبی نقطهٔ زردرنگ (به‌عنوان نیای مشترک و قدیمی‌ترین نمونهٔ هر تبار)، همین‌طور جدیدترین نقطهٔ سفیدرنگی که روی نقشه وجود دارد، مشخص‌شده است. اختلاف زمانی میان خط سرخ‌رنگ و نقاط زرد و سفید نشان‌می‌دهد دامنهٔ تغییرات وضعیت قاره‌ها طی تکامل تبار مورد نظر، تا چه حد با وضعیتی که در نقشه دیده‌می‌شود تفاوت‌دارد.



خاستگاه اژدها

تاکنـون بـا مقدماتی پیرامون مطالعۀ سـنگواره‌ها آشـنا شده‌اید. زمین‌شناسی و تکامل مهم‌ترین پایه‌های دانش دیرینه‌شناسی هستند.
ایـن مقدمـات، برای شـما زمینـه‌ای فراهم‌می‌کنند تا با دایناسورها آشـنایی بیشـتری پیدا کنید. در فصل‌های آینده اندک‌اندک به خود دایناسورها نزدیک‌تر می‌شویم. ابتدا به پیدایش خزندگان می‌پردازیم. در فصل ششـم با کالبدشناسی و تشریح دایناسورها آشنا می‌شویم و در فصل هفتم می‌کوشـیم دلایل پیدایش دایناسـورها را بررسـی‌کنیم. در دو فصل هشـتم و نهم به نزدیک‌ترین خویشـاوندان دایناسـورها می‌پردازیم. از فصل دهم تا فصل چهل‌وهشـتم به تک‌تک تبارهای دایناسـورها، از ابتدایی‌ترین آن‌ها تا پرندگان امروزی خواهیم پرداخت. در فصل‌هـای چهل‌ونهـم و پنجاهـم نیـز بـه انقـراض دایناسورها و سـرانجام اکتشاف دایناسـورها در ایران پرداخته می‌شود.



خاستگاه اژدها

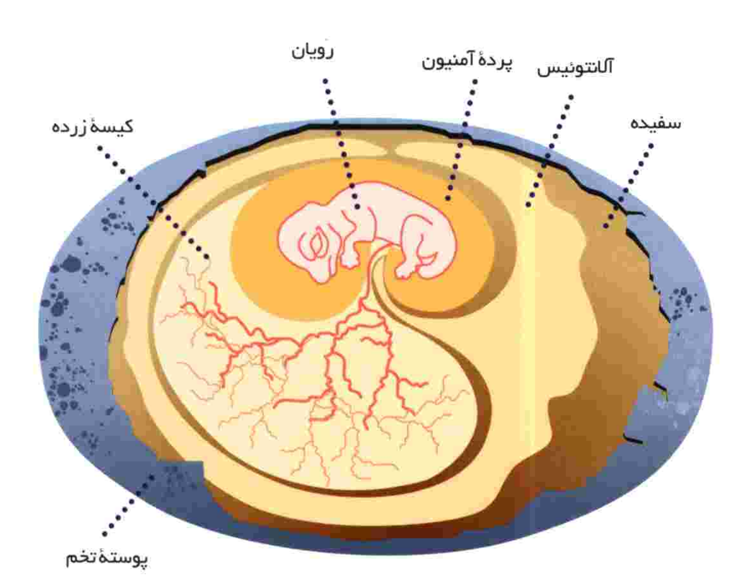
تکامل و رده‌بندی خزندگان

وقتی کسی از خزندگان صحبت می‌کند، باید ببینیم دقیقاً چه «منظور»ی دارد. بیشتر مردم فکرمی‌کنند خزندگان موجوداتی هستند که «می‌خزند». زمانی هم دایناسورشناس‌ها تصمیم گرفتند دایناسورها را جدا از خزندگان رده‌بندی کنند؛ زیرا قبول داشتند که بالاخره خزندگان باید بخزند و از طرفی هم می‌گفتند که داینوسورها نمی‌خزند! ما در این کتاب خزندگان را به‌خاطر ویژگی‌هایی که «ندارند»، از گروه‌های دیگر جدا نمی‌کنیم. بنابراین، «خزیدن» (در برابر راه‌رفتن و دویدن و پریدن) یا خون‌سرد بودن (دربرابر خون‌گرم بودن) جزء ویژگی‌ها و شباهت‌های این گروه نیست. خزندگان مهره‌دارانی هستند که روی خشکی تولیدمثل می‌کنند و ویژگی‌های استخوان‌شناسی ویژه‌ای دارند؛ مثل حفرهٔ بزرگ پس‌گیجگاهی. این ویژگی‌ها در نیای مشترک لاک‌پشت‌ها، مارمولک‌ها، مارها، تمساح‌ها، پرندگان و بسیاری از حیوانات عجیب‌وغریب دیگر پیدا شد و البته به همهٔ این گروه‌های بعدی نیز به‌ارث‌رسید. در رده‌بندی تکاملی، نه‌تنها خزندگان لزوماً حیواناتی خون‌سرد نیستند بلکه شامل پرندگان هم می‌شوند (← فصل ۴۸).

ماهی‌هایی که در خشکی تخم‌گذاشتند!

۳۶۰میلیون‌سال پیش، ماهی‌ها خشکی را فتح کردند. در ۳۰میلیون‌سال نخست، همهٔ آن‌ها هنوز در آب تخم می‌گذاشتند، تا اینکه در ۳۳۰میلیون‌سال پیش، برخی از آن‌ها توانستند برای همیشه از آب دل‌بکنند. آن‌ها به‌جای اینکه مثل ماهی‌ها و دوزیستان تخم‌های سادهٔ ژله‌ای داشته باشند، پوششی سخت به‌دور تخم‌هایشان ایجادکردند که مانع خشک‌شدن تخم در خشکی می‌شد. به‌علاوه، با رشد رویان چهار پردهٔ رویانی هم ظاهرمی‌شدند که میان رویان، اجزای دیگر تخم و فضای بیرون سدی ناتراوا ایجاد می‌کردند. مهم‌ترین این پرده‌ها، پردهٔ آمنیون[۱] است که رویان را در استخری اختصاصی شناور می‌کند. پرده‌های دیگر عبارتند از کیسهٔ زرده[۲]، کوریون[۳] و آلانتوئیس[۴]. به این مهره‌داران خشکی‌زی که دارای پرده‌های اطراف رویان هستند، آمنیوت[۵] می‌گوییم.

نیای مشترک همهٔ آمنیوت‌ها، نخستین مهره‌داری بود که روی خشکی تخم‌گذاشت: جانوری شبیه سمندر یا مارمولک. از نسل این موجود دو گروه اصلی آمنیوت‌ها تکامل یافتند: سیناپسیدها[۶] (پستانداران و خویشاوندان ابتدایی آن‌ها) و سوروپسیدها[۷] (یعنی لاک‌پشت‌ها[۸]، مارها و مارمولک‌ها[۹]، تمساح‌ها[۱۰]، پرندگان[۱۱] و خزندگان دیگر). مهم‌ترین تفاوت سیناپسیدها و خزندگان در ساختار جمجمه و دندان‌های آن‌ها بود: حفره‌های گیجگاهی خزندگان و سیناپسیدها کاملاً با هم تفاوت داشتند. به‌علاوه، سیناپسیدها دارای دندان‌های مختلفی بودند (همان دندان‌های آسیا و نیش و پیش)؛ در حالی که دندان‌های بیشتر خزندگان چنین آرایشی نداشت.



رویان یک دایناسور، مثل همهٔ مهره‌داران آمنیوت، درون پردهٔ آمنیون قرارگرفته است. رویان همهٔ پستانداران، لاک‌پشت‌ها، مارها و مارمولک‌ها، تمساح‌ها و پرندگان دارای پرده‌های رویانی آمنیون، کوریون، کیسه‌زرده و آلانتوییس هستند.

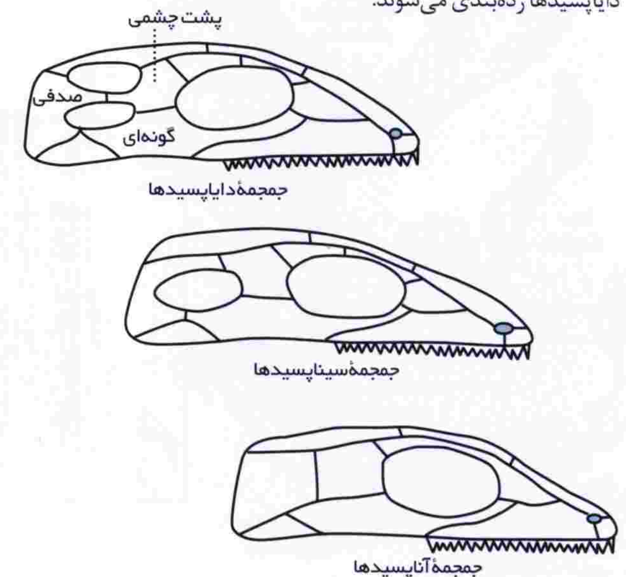
نخستین آمنیوت، موجودی مارمولک‌مانند و حشره‌خوار بود. نیاکان او مثل ماهی‌ها در آب تخم‌ریزی می‌کردند و نوزادانشان به‌شکل بچه‌ماهی در آب متولد می‌شدند و پس از دگردیسی به خشکی می‌آمدند اما این حیوان تخمی گذاشت که به آب نیاز نداشت. رویان درون این تخم مراحل ماهی‌مانند بودن را طی می‌کرد و سپس، با دست‌وپای کامل سر از تخم درمی‌آورد.

تکامل دایاپسیدها

دایاپسیدها[12] شامل طیف وسیعی از خزندگان می‌شوند. متنوع‌ترین تبار آمنیوت‌ها دایاپسیدها بوده‌اند و هستند. مارها، مارمولک‌ها و خویشاوندان آن‌ها، خزندگان آب‌زی، تمساح‌ها، دایناسورها و پرندگان همگی جزء دایاپسیدها هستند. مهم‌ترین ویژگی دایاپسیدها ساختار حفره‌های گیجگاهی[13] آن‌هاست. خواهیم دید که بسیاری از آن‌ها سوخت‌وساز بالایی داشتند (← فصل ۷ و ۳۵). مهم‌ترین دایاپسیدهای منقرض‌شده خزندگان آب‌زی و تبارهای گوناگونی از آرکوسورها[14] بودند. آرکوسورها آخرین تبار دایاپسیدها هستند. انواع ابتدایی آرکوسورها هم تفاوت زیادی با مارمولک‌ها نداشتند اما به‌تدریج ویژگی‌هایی در آن‌ها ظاهرشد که موفقیت نسبی آن‌ها را به‌دنبال داشت. این ویژگی‌ها را در نمایندگان زندهٔ آرکوسورها، یعنی تمساح‌ها و پرندگان، به‌خوبی می‌توان مشاهده‌کرد. مهم‌ترین این ویژگی‌ها مربوط به دستگاه عصبی، رفتار، حرکت و گردش خون آرکوسورهاست. در فصل‌های آینده به پیدایش آرکوسورها، به‌خصوص آرکوسورهای خون‌گرم، نگاهی خواهیم کرد.

ساختار جمجمه در آمنیوت‌ها

جمجمهٔ گروه‌های مختلف آمنیوت‌ها با ویژگی‌های متعددی از هم شناخته می‌شود. جمجمهٔ سیناپسیدها ـ شامل پستانداران ـ دارای حفرهٔ گیجگاهی منفردی در میان استخوان‌های پشت‌چشمی و گونه‌ای و صدفی است (← فصل ۶). خزندگان، خود به دو گروه آناپسیدها و دایاپسیدها تقسیم می‌شوند. آناپسیدها حفره‌های گیجگاهی ندارند (مثل لاک‌پشت) ولی دایاپسیدها دارای دو حفرهٔ گیجگاهی هستند که میان استخوان‌های پشت‌چشمی، آهیانه، صدفی و گونه‌ای قرار دارند. مارها و مارمولک‌ها، تمساح‌ها، دایناسورها و پرندگان همگی دارای این نوع جمجمه‌اند و جزء دایاپسیدها رده‌بندی می‌شوند.



1- Amnion 2- Yolk 3- Chorion 4- Allantois 5- Amniote (pl. Amniota) 6- Synapsida 7- Sauropsida 8- Chelonia 9- Squamata
10- Crocodilia 11- Aves 12- Diapsida 13- Temporal fenestrae 14- Archosauria

سنگ‌ها زنده می‌شوند!
کالبدشناسی دایناسورها

دایناسورها یکی از شناخته‌شده‌ترین گروه‌های پیش از تاریخ‌اند شناخته‌شده و البته جذاب برای دانشمندان. مهم‌ترین دلیل جذابیت دایناسورها، حجم زیاد سؤالات دانشمندان پیرامون زیست‌شناسی و سوخت‌وساز آن‌هاست. پوست داینوسورها نیز چیزی میان پوست زره‌دار کروکودیل و پوست پردار پرندگان بوده است. می‌دانیم که برخی رفتارهای پیچیدهٔ اجتماعی، مثل زندگی و مهاجرت گروهی، نگهداری از زاده‌ها، شکار دسته‌جمعی و آوازهای جفت‌یابی در داینوسورها وجود داشته است. ما حتی می‌توانیم از روی ردپاهای آن‌ها سرعت دویدنشان را حدس بزنیم. از همه مهم‌تر، امروز یک گروه بسیار رنگارنگ از دایناسورها باقی‌مانده‌اند که با نگاه‌کردن به آن‌ها می‌توانیم در مورد دایناسورها قضاوت کنیم.
به‌هرحال، مهم‌ترین راه شناخت دایناسورها و آشنایی با آن‌ها، بررسی استخوان‌های این جانوران و مقایسهٔ انواع مختلف آن‌ها با پرندگان امروزی است.

استخوان‌های دایناسورها

نخستین مرحلهٔ مطالعهٔ دایناسورها، بررسی استخوان‌های آن‌هاست. معمولاً قسمت‌های نرم‌تر بدن به‌سختی در سنگواره‌ها حفظ می‌شوند؛ بنابراین، بیشترین و مهم‌ترین اطلاعاتی که دربارهٔ دایناسورها داریم، از بررسی استخوان‌های آن‌ها به‌دست آمده است. در متن این کتاب، ما نیز به جزئیات استخوان‌شناسی چندان نمی‌پردازیم. با وجود این، نگاهی گذرا به استخوان‌شناسی دایناسورها در ابتدای کتاب می‌تواند مفید باشد. به‌هرحال، برای دانشمندان استخوان‌شناسی مهم‌ترین بخش دانش دیرینه‌شناسی است. اسکلت بدن مهره‌داران، شامل جمجمه، ستون مهره‌ها، اندام‌های حرکتی و بخش‌های ضمیمه‌ای مثل دنده‌هاست.
اندام‌های حرکتی از طریق «کمربندهای حرکتی» به ستون مهره‌ها متصل می‌شوند. کمربند حرکتی پیشین، شامل کتف، استخوان غرابی و استخوان‌های دیگری مثل استخوان ترقوه و جناغ است. کمربند حرکتی پسین نیز شامل استخوان‌های تهیگاهی، نشیمنگاهی و شرمگاهی می‌شود. ستون مهره‌ها در دایناسورها به چهار ناحیهٔ گردن، پشت، خاجی و دمی تقسیم می‌شود. مهره‌های خاجی مهره‌هایی هستند که به لگن

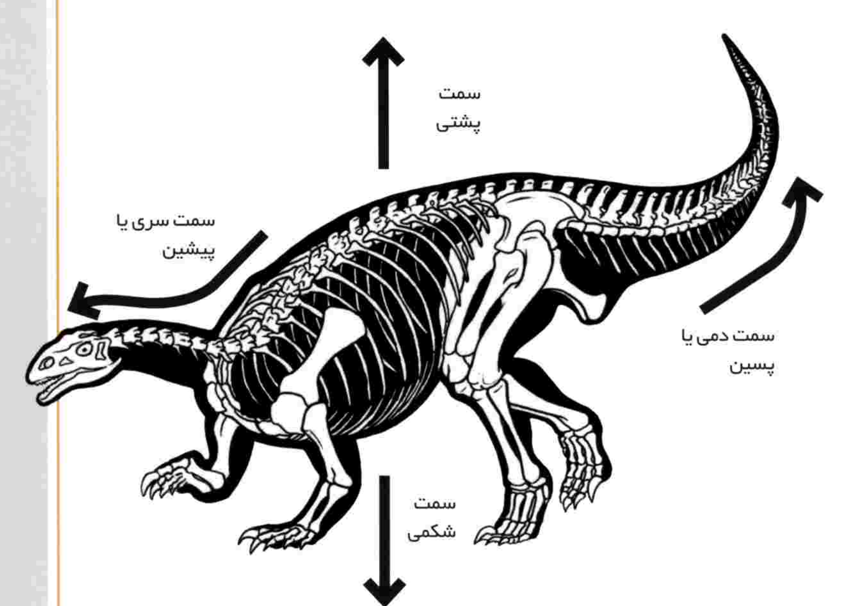
دایناسورها تنها استخوان‌های سنگ‌شده و تکه‌تکه نیستند. ویژگی‌های ظاهری بدن آن‌ها شبیه به مهره‌داران خون‌گرم امروزی است.

ساختمان مهره‌ها

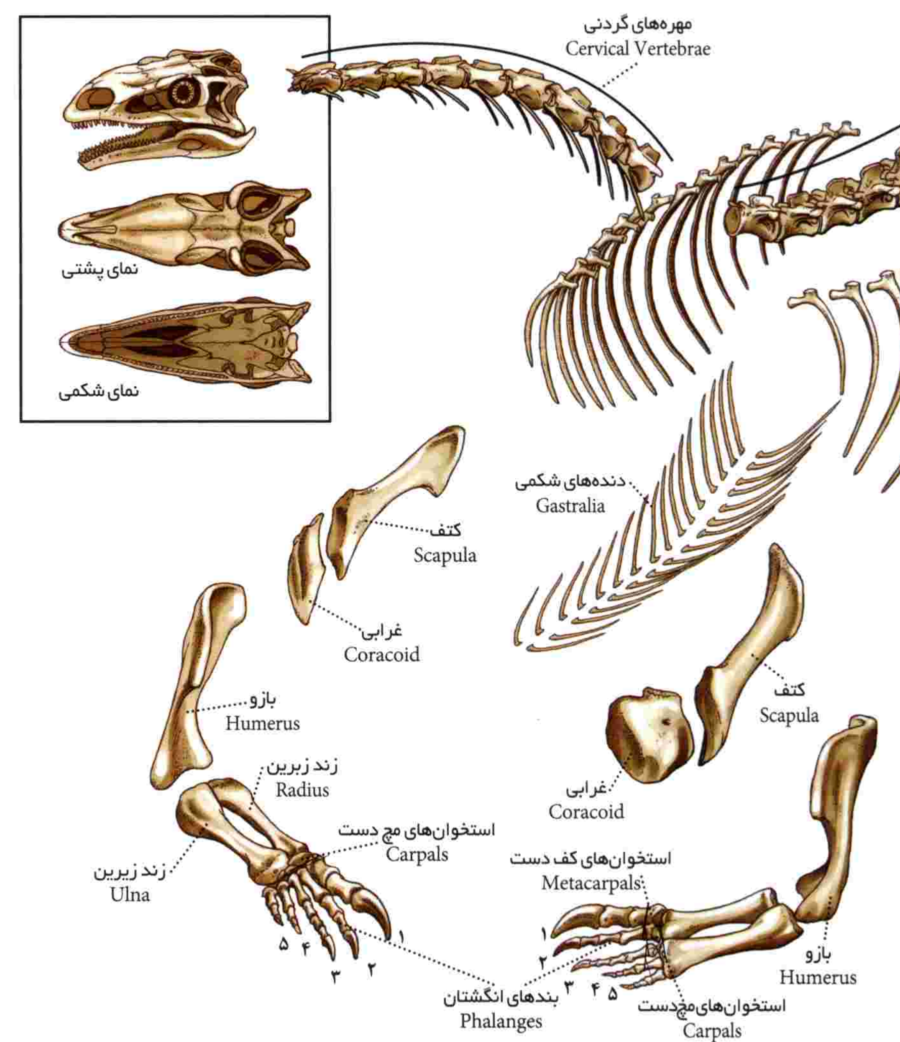
مهره‌ها یکی از مهم‌ترین استخوان‌های دایناسورها هستند؛ زیرا آن‌ها تعداد بیشتری مهره دارند تا مثلاً استخوان بازو یا جمجمه! به‌علاوه، شکل مهره‌ها در گروه‌های مختلف دایناسورها تنوع زیادی پیدا کرده است؛ بنابراین، با پیدا کردن یک مهره هم می‌توان حدس زد که صاحب آن مهره چه‌جور دایناسوری بوده است. با وجود این، ساختار کلی مهره در دایناسورها و دیگر مهره‌داران یکی است: جسم مهره، قسمت استوانه‌ای پایین مهره است. غضروف‌های میان مهره‌ای، جسم مهره‌های پشت سر هم را به هم مفصل می‌کنند. در بالای جسم مهره، کمانی استخوانی وجود دارد که محل عبور نخاع یا طناب عصبی است؛ برای همین، به آن کمان عصبی می‌گوییم. معمولاً زوائد گوناگونی از اطراف کمان عصبی خارج شده‌اند که در شناسایی صاحب مهره نقش مهمی دارند. مهم‌ترین این زوائد، تیغ عصبی است که درست از بالای کمان عصبی بیرون زده است. تاندون‌ها و ماهیچه‌هایی که ستون مهره‌ها را استوار نگه‌می‌دارند، به همین تیغ‌های عصبی متصل می‌شوند.

ساختمان استخوان‌های پا

دایناسورها از همان آغاز پیدایش، در مقایسه با خزندگان دیگر پاهایی استثنایی داشته‌اند. برخلاف خزندگان دیگر، ران‌های آن‌ها طوری با لگن مفصل می‌شد که پاها عمود بر زمین قرار بگیرند. به همین سبب، ساختار مچ پای آن‌ها نیز منحصر به‌فرد بود. دوتا از استخوان‌های مچ پا (پاشنه و قوزک) با استخوان‌های کف پا مفصلی لولایی می‌ساختند که برای تحمل وزن دایناسورها و دویدن مناسب بود. زائده‌ای کوچک از استخوان قوزک به درشت‌نی متصل می‌شد که باعث پایداری مفصل ساق و مچ بود.



جوش‌خورده‌اند. دنده‌ها، به ناحیهٔ پشتی محدود نیستند؛ مثلاً دنده‌های گردنی هم وجـود دارند که خیلی کوچک‌انـد. دنده‌های گردنـی را در پرنده‌های امروزی هم می‌توان دید. دنده‌های شکمی، دنده‌های حقیقی نیستند بلکه استخوان‌هایی کوچک و پی‌درپی هســتند که در میان ماهیچه‌های شـکمی قرارمی‌گیرند. استخوان‌های ترقوه و جناغ میان دو استخوان غرابی و دنده‌های شکمی قرار دارند اما در بسیاری از دایناسورها، این استخوان‌ها آن‌قدر نرم و غضروفی بوده‌اند که در سنگواره‌ها اثری از آن‌ها به‌جا نمانده اسـت. در عوض، در دایناسـورهای شکارچی، به‌ویژه آن‌ها که خویشـاوندان پرندگان هسـتند، این اسـتخوان‌ها خیلی خوب استخوانی شده‌اند. به‌علاوه، دو استخوان ترقوه به‌هم متصل شده‌اند و استخوانی جدید به نام استخوان چنگالی سـاخته‌اند. این استخوان چنگالی، همان اسـت که وقتی مرغ می‌خورید، اشتباهاً به آن «جناغ» می‌گویید و گاهی با آن «جناغ می‌شکنید»! استخوان جناغ پرندگان، همان استخوان بزرگ و پرگوشت سینه است.



جهت‌های مختلف بدن در تشریح

زمانی‌که صحبت از تشریح دایناسورها به میان می‌آید، ما اصطلاح‌هایی مانند شکمی، پشتی، سری و دمی می‌شنویم. این اصطلاحات به اندام خاصی اشاره ندارند بلکه منظور از آن‌ها جهت خاصی در بدن است که به سمت آن اندام می‌رود؛ مثلاً زمانی که می‌گوییم جهت سَریِ ستون مهره‌ها، منظورمان آن سمت از مهره‌هاست که به سمت سر قرار می‌گیرند یا وقتی می‌گوییم جهت شکمی جمجمه، منظورمان سطح پایینی جمجمه است (یعنی هم‌جهت با شکم). جهت پشتی هم برعکس جهت شکمی است. پس پشت سر یک دایناسور، در حقیقت بالای سر حیوان است، نه آن قسمتی که به سمت ستون مهره‌ها قرار دارد. برای اشاره به آن سمت سر که به سوی ستون مهره‌ها قرار دارد یا جهت برعکس، یعنی نوک پوزه، از اصطلاح‌های عقبی-جلویی یا پسین-پیشین استفاده‌می‌کنیم. پس، نباید اصطلاح پشتی-شکمی را با پسین-پیشین یا عقبی-جلویی اشتباه‌کرد. معادل دیگر جهت‌های عقبی و جلویی، سری و دمی است. جهت دمی، یعنی به سمت عقب بدن. دو جهت متقابل دیگر، جهت‌های ابتدایی و انتهایی هستند. ابتدای استخوان‌های دراز یعنی جایی که این استخوان‌ها به بدن متصل‌اند و انتها یعنی آن سر استخوان که از بدن دور است.

جمجمه و ماهیچه‌های یک تیرانوسورید (← فصل ۳۷)

جمجمه و ماهیچه‌های یک هادروسورید (← فصل ۱۷)

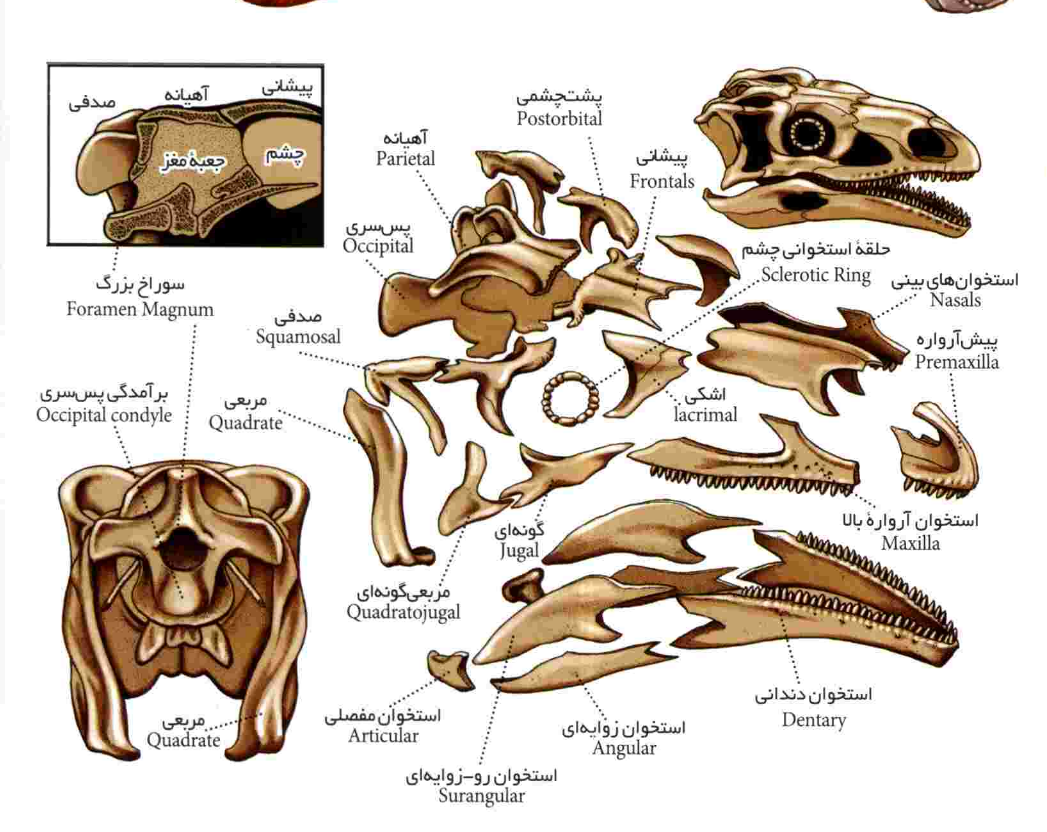
ماهیچه‌های جمجمه‌ای

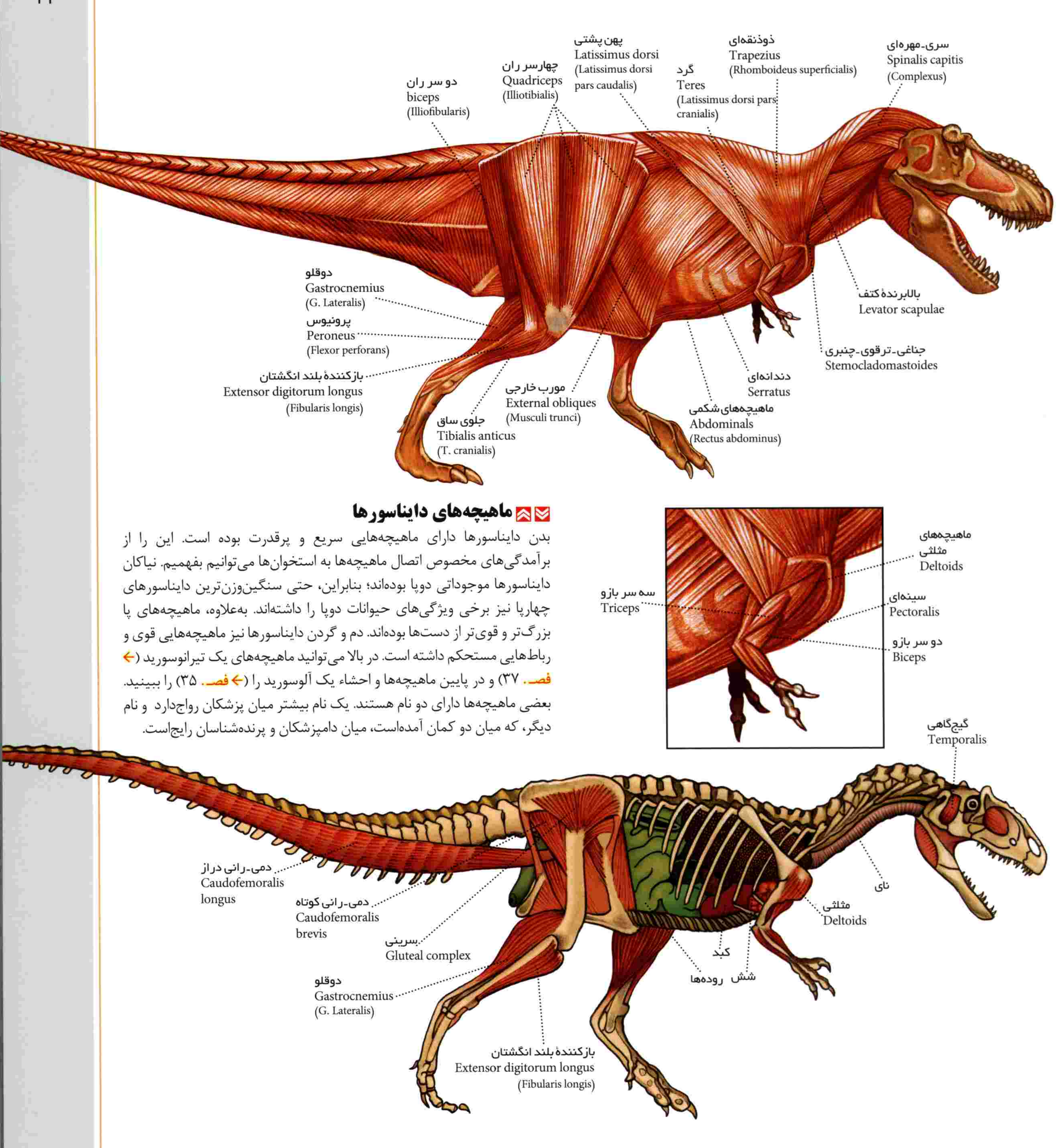
مهم‌ترین ماهیچه‌های دایناسورهای گوشت‌خوار (سمت‌چپ)، ماهیچه‌های جمع‌کنندهٔ آرواره هستند. حداکثر قدرت آروارهٔ تیرانوسورِس ۱۸/۳ تا ۲۳/۵ تن برآوردشده است. مطالعهٔ جای گازگرفتگی تیرانوسورِس روی استخوان‌های دایناسورهای علف‌خوار، نشان‌دهندهٔ واردشدن نیرویی حدود ۶۴۰ تا ۱۳۰۰ کیلوگرم از هرکدام از دندان‌ها به استخوان است. مهم‌ترین ماهیچه‌های جمع‌کنندهٔ آرواره، ماهیچه‌های گیجگاهی هستند. البته ماهیچه‌های جمجمهٔ خزندگان با ماهیچه‌های معمول در پستانداران تفاوت دارند؛ بنابراین، در بدن خزندگان دنبال ماهیچه‌های آشنایی مثل ماهیچهٔ ماضغه-که در جمجمهٔ انسان سراغ دارید-نگردید!

در بیشتر دایناسورهای گیاه‌خوار (سمت‌راست) علاوه بر ماهیچه‌های آرواره، ماهیچه‌هایی نیز دوطرف گونه‌ها را می‌پوشانند. این ویژگی-درست مثل پستانداران-در دایناسورهای گیاه‌خوار به‌این دلیل تکامل یافت که آن‌ها غذای خود را پیش از بلعیدن، می‌جویدند. ماهیچه‌های گونه هم مانع بیرون‌ریختن غذا هنگام جویدن می‌شوند، و هم به جویدن غذا کمک‌می‌کنند. ماهیچه‌های جمع‌کنندهٔ آرواره، مثل ماهیچه‌های گیجگاهی، نقش اصلی را در جویدن غذا دارند.

ساختمان جمجمه

مهم‌ترین قسمت اسکلت همهٔ مهره‌داران، جمجمه است و حیاتی‌ترین قسمت جمجمه، جعبهٔ مغزی‌ست؛ جایگاهی که مغز و اعصاب جمجمه‌ای را در خود جای‌داده‌است (← فصل ۴۴). طناب عصبی از سوراخی در عقب جمجمه، به نام «سوراخ بزرگ»، خارج‌می‌شود و از طریق کمان‌های عصبی درون مهره‌ها به سمت دم می‌رود. استخوان‌های آرواره و صورت هم مهم‌ترین استخوان‌ها در شناسایی صاحب جمجمه‌اند. آروارهٔ پایینی شامل یک استخوان بزرگ به‌نام «دندانی» و چند استخوان کوچک‌تر در عقب آرواره است. صورت نیز شامل استخوان‌های آروارهٔ بالا، پیش آرواره، گونه، اشکی و بینی می‌شود. استخوان‌های ناحیهٔ بالای سر شامل پیشانی، آهیانه، پشت‌چشمی و صدفی می‌شوند. استخوان‌های قسمت پس‌سری و مفصل آرواره هم شامل استخوان مربعی، مربعی‌گونه‌ای، و پس‌سری می‌شوند. در اینجا از پرداختن به بسیاری استخوان‌های دیگر صرف‌نظرکرده‌ایم. در جمجمهٔ دایناسورها علاوه بر حفره‌های گیج‌گاهی همهٔ دایاپسیدها، حفره‌ای دیگر به نام حفرهٔ «پیش‌چشمی» نیز وجود دارد. میان استخوان‌های آرواره نیز حفره‌ای به‌نام حفرهٔ آرواره‌ای وجود دارد.





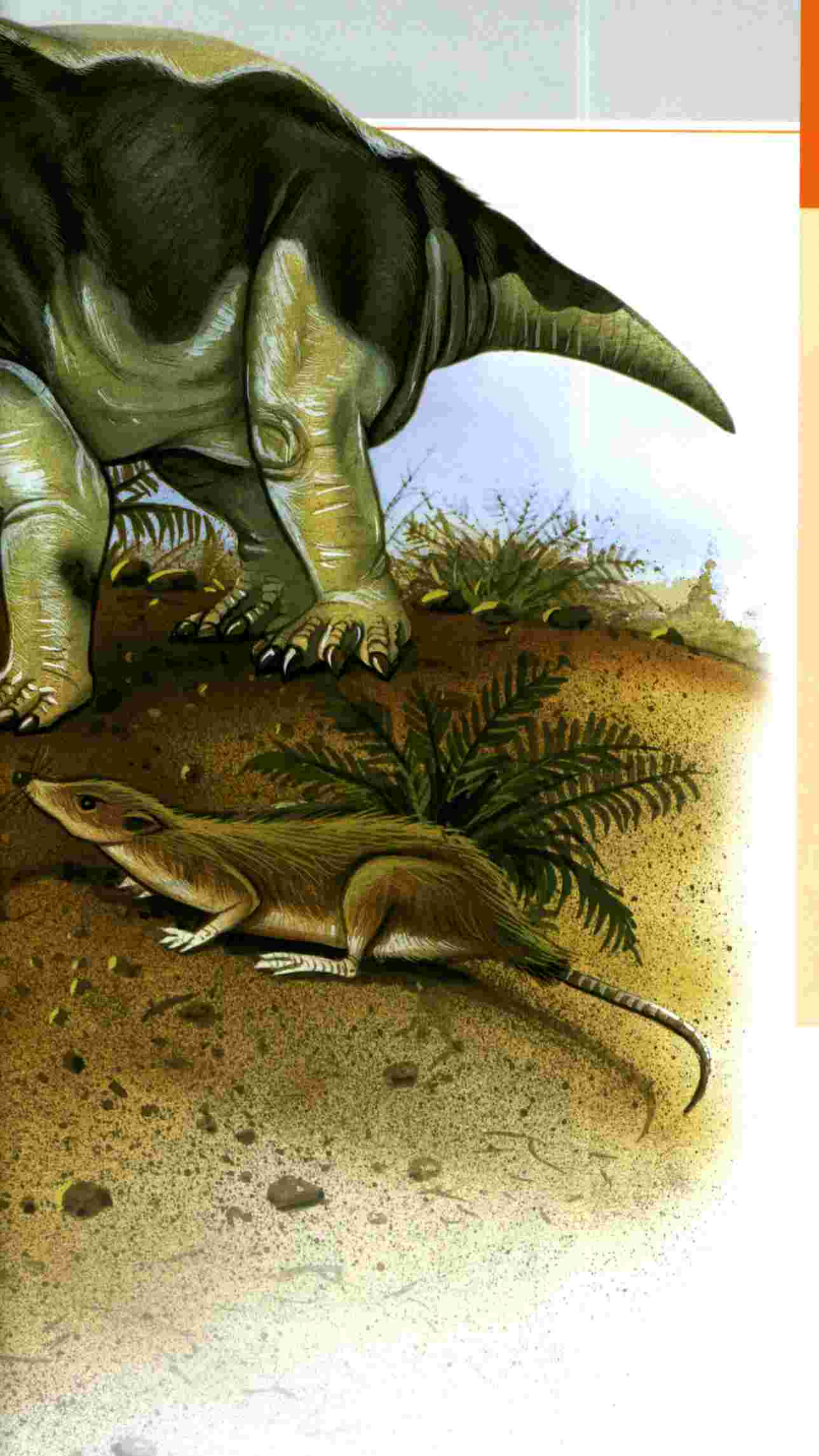
ماهیچه‌های دایناسورها

بدن دایناسورها دارای ماهیچه‌هایی سریع و پرقدرت بوده است. این را از برآمدگی‌های مخصوص اتصال ماهیچه‌ها به استخوان‌ها می‌توانیم بفهمیم. نیاکان دایناسورها موجوداتی دوپا بوده‌اند؛ بنابراین، حتی سنگین‌وزن‌ترین دایناسورهای چهارپا نیز برخی ویژگی‌های حیوانات دوپا را داشته‌اند. به‌علاوه، ماهیچه‌های پا بزرگ‌تر و قوی‌تر از دست‌ها بوده‌اند. دم و گردن دایناسورها نیز ماهیچه‌هایی قوی و رباط‌هایی مستحکم داشته است. در بالا می‌توانید ماهیچه‌های یک تیرانوسورید (← فصـ. ۳۷) و در پایین ماهیچه‌ها و احشاء یک آلوسورید را (← فصـ. ۳۵) را ببینید. بعضی ماهیچه‌ها دارای دو نام هستند. یک نام بیشتر میان پزشکان رواج‌دارد و نام دیگر، که میان دو کمان آمده‌است، میان دامپزشکان و پرنده‌شناسان رایج‌است.



حاکمان جدید زمین
انقراضی پیش از دایناسورها

در حدود ۲۵۰ میلیون سال پیش، کرهٔ زمین به دو قلمرو تقسیم می‌شد: اقیانوسی عظیم و یک‌پارچه در یک سو، و قاره‌ای خشک و سوزان و وسیع در سوی دیگر. این قارهٔ فراگیر از قطب شمال تا قطب جنوب کشیده شده بود. در مناطق استوایی گرمای شدید و خشکی زیاد، بیابان‌هایی داغ پدید آورده بود که قرن‌ها هیچ بارانی به چشم نمی‌دیدند. آب‌وهوای خشک و بی‌رحم قارهٔ وسیع از سویی، و رطوبت و اعتدال نسبی اقیانوس از سوی دیگر، توفان‌هایی بسیار مهیب در کرهٔ زمین ایجادمی‌کرد که چندین برابر از نمونه‌های فاجعه‌بار امروزی شدیدتر بودند. در چنین شرایطی، بیشتر جانوران در مناطق ساحلی و معتدل کرهٔ زمین زندگی می‌کردند. احتمالاً بر اثر جریان‌های شدید اقیانوسی و توفان‌های وحشتناک آن دوره، میزان زیادی گاز دی‌اکسید کربن، که در اقیانوس‌ها انباشته شده بود، ناگهان در جو زمین آزاد شد و حادثه‌ای غم‌انگیز به بار آورد: ۲۵۰ میلیون سال پیش ناگهان ۹۰ درصد گونه‌های جانداران منقرض‌شدند. این انقراض، بزرگ‌ترین انقراض ثبت‌شده در تاریخ زمین است. پس از این انقراض بود که بسیاری از آمنیوت‌ها، تغییرات تکاملی زیادی کردند و دو گروه بسیار جالب از آمنیوت‌های حشره‌خوار، یعنی نیاکان دایناسورها و نیاکان پستانداران، به‌لطف تغذیه از حشرات، به نوع جدیدی از سوخت‌وساز، که بسیار سریع‌تر هم بود، دست پیدا کردند. ما این جانداران را «خون‌گرم» می‌نامیم.



پستانداران

پستانداران از تبار سیناپسیدها و دایناسورها از تبار دایاپسیدها (← فصـ. ۵) بودند اما هر دو گروه زندگی مشابهی داشتند: دویدن به دنبال حشرات و گاهی هم خوردن مواد گیاهی مغذی. هر دو گروه برای چنین نوع تغذیه‌ای می‌بایست به سرعت‌های بالایی دست می‌یافتند و می‌توانستند بسیار سریع بدوند. آن‌ها به خاطر شباهت نیازهایشان و همین‌طور دسترسی به غذایی پر از انرژی و پروتئین، به‌زودی ویژگی‌هایی پیداکردند که به‌طور عجیبی در هر دو گروه مشابه بود: پاهای آن‌ها اندک‌اندک زیر بدن قرارگرفت تا بتوانند سریع‌تر بدوند، بدنشان با پوششی از رشته‌های ریز پوشیده‌شد که باعث گرم‌شدنشان می‌شد، مغزهای بزرگ‌تری پیداکردند و رفتارهایی پیچیده‌تر، از جمله نگهداری از زاده‌هایشان، از خود نشان دادند. قرارگرفتن پاها در زیر بدن باعث حذف حرکات جانبی ستون مهره‌ها و کم‌شدن فشار به قفسهٔ سینه شد؛ درنتیجه، بازده تنفسی شش‌ها و توانایی قلب افزایش یافت، دیوارهٔ میان دو بطن قلب، که از ترکیب خون تیره و روشن جلوگیری می‌کرد، کامل شد و سرانجام این دو گروه «خون‌گرم» شدند (← فصـ. ۸ و ۳۵).

ما با پستانداران کار زیادی نداریم. آن‌ها و خویشاوندانشان در حدود ۴۰-۳۰ میلیون سال اول با دایناسورها در رقابت تنگاتنگ بودند. البته نه فقط با دایناسورها بلکه با خویشاوندان نزدیک آن‌ها هم رقابت داشتند. در حقیقت، گروه حشره‌خوار خون‌گرمی که شامل دایناسورها می‌شد، دو سه گروه خون‌گرم و نیمه‌خون‌گرم دیگر را هم دربر می‌گرفت. کروکودیل‌ها بازماندهٔ همین تبار نیمه‌خون‌گرم‌اند. به‌هرحال پس از ۳۰ میلیون سال، انقراضی دیگر - البته نه به بزرگی قبلی - رخ داد که باعث از بین رفتن بسیاری از رقبای دایناسورها شد. اگر این انقراض رخ‌نمی‌داد، ممکن بود دایناسورها هرگز این‌قدر متنوع و رنگارنگ نشوند.

پستانداران و خویشاوندانشان در آغاز عصر دایناسورها

این موجودات مهم‌ترین رقبای دایناسورها در دورهٔ تریاس بودند اما به جز گروه معدودی از آن‌ها-که امروزه پستانداران نامیده می‌شوند-بقیه در حدود ۲۲۰ میلیون‌سال پیش منقرض‌شدند و جای خود را به دایناسورهای گیاه‌خوار و گوشت‌خوار دادند. حیوان بزرگ‌تر با منقار و عاج‌های بزرگ، یک سیناپسید گیاه‌خوار به نام کانی‌مئریا[1] است. دو جانور تیزدندان و عصبانی هم گونه‌ای سیناپسید گوشت‌خوار به نام ساینونه‌توس[2] هستند که قصد دارند کانی‌مئریا را شکار کنند. حیوان موش‌مانند کوچک هم یک پستاندار پنج‌سانتی‌متری به نام ائوزوسترودون[3] است. البته همهٔ این موجودات، مثل پستانداران امروزی، به بچه‌های خود شیر می‌دادند اما بچه‌هایشان را در شکمشان پرورش نمی‌دادند بلکه تخم‌گذار بودند.

1- *Kannemeyeria* 2- *Cynognathus* 3- *Eozostrodon* 4- *Dimetrodon* 5- *Edaphosaurus*



ابتدایی‌ترین سیناپسیدها

نخستین سیناپسیدها، مثل دای‌مترودون[۴] که یک شکارچی بود (بالا) و ادافوسورِس[۵] که گیاه‌خوار بود (پایین)، در دورهٔ پرمین زندگی‌می‌کردند. آن‌ها که ۳ تا ۴ متر طول داشتند به‌رغم ظاهر خزنده‌مانندشان، خویشاوند پستانداران هستند، نه خزندگان.

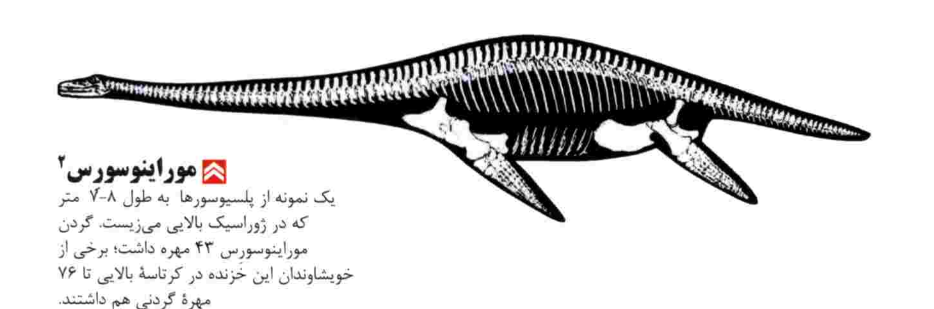
دمای بدن در جانوران خون‌سرد

در جانوران خون‌گرم، نه‌تنها دمای بدن ثابت است بلکه نقاط مختلف بدن نیز اختلاف دمایی کمی دارند اما بدن جانوران خون‌سرد (به‌ویژه جانوران خون‌سرد بزرگ) در نقاط مرکزی بسیار گرم‌تر از نقاط انتهایی، مثل نوک دم و انگشتان، است.

هرچه دمای یک نقطه بیشتر باشد، سوخت‌وساز یاخته‌ها و در نتیجه تعداد اتم‌های اکسیژن جابه‌جاشده در یاخته‌ها بیشتر می‌شود. بدین‌ترتیب، با بررسی نسبت ایزوتوپ‌های پرتوزا و غیرپرتوزای اکسیژن در سنگواره‌ها، می‌توان به دمای آن نقطه از بدن جانور در آخرین لحظات زنده بودن آن پی برد.

آیا دایناسورها و پستانداران تنها آمنیوت‌های خون‌گرم بوده‌اند؟

در حقیقـت نـه! تحقیقات جدید نشـان می‌دهد کـه پلسیوسـورها-که از گروه سوروپ‌تریجین‌ها بودند-و ایکتیوسورها (→ فصـ. ۵) نیز خون‌گرم بوده‌اند. بررسی میزان ایزوتوپ‌های پرتوزای اکسـیژن در قسمت‌های مختلف سنگوارهٔ آن‌ها نشان می‌دهد که دمای سطحی‌ترین و عمقی‌ترین نقاط بدن این خزندگان یکسان بوده اسـت (→ فصـ. ۳۵). ایکتیوسـورها ظاهری کاملاً ماهی‌مانـنـد پیداکرده بودند اما پلسیوسـورها، با گردن‌های دراز و بدن‌های پهن، نیمه‌آبزی بودند و گاهی به کنار سـاحل می‌آمدند. به‌جز پلسیوسورها و ایکتیوسـورها، برخی خویشاوندان مارها و بزمجه‌های امروزی نیز در دورهٔ کرتاسـه آبزی شده بودند اما بررسی سنگوارهٔ آن‌ها نشان می‌دهد که مثل سوسمارهای امروزی خون‌سرد بوده‌اند. هر دوی این گروه‌ها هم‌زمان با دایناسورها و پستانداران، از تبار دایاپسیدها تکامل یافتند اما امروزه هیچ نمایندهٔ زنده‌ای از آن‌ها باقی‌نمانده اسـت. آخرین ایکتیوسورها ۹۴میلیون‌سال پیش (یعنی ۳۰ میلیون سال قبل از انقراض دایناسورها) منقرض‌شدند.



مورائینوسورس[2]

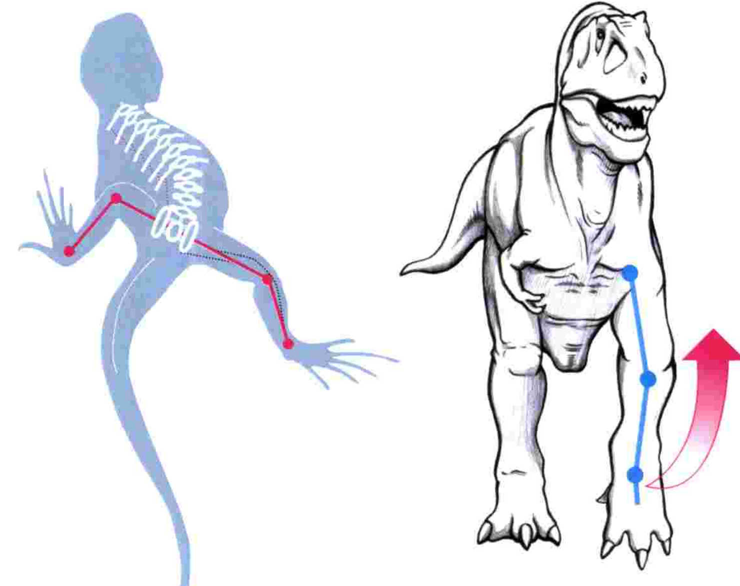
یک نمونه از پلسیوسورها به طول ۸-۷ متر که در ژوراسیک بالایی می‌زیست. گردن مورائینوسورس ۴۳ مهره داشت؛ برخی از خویشاوندان این خزنده در کرتاسهٔ بالایی تا ۷۶ مهرهٔ گردنی هم داشتند.

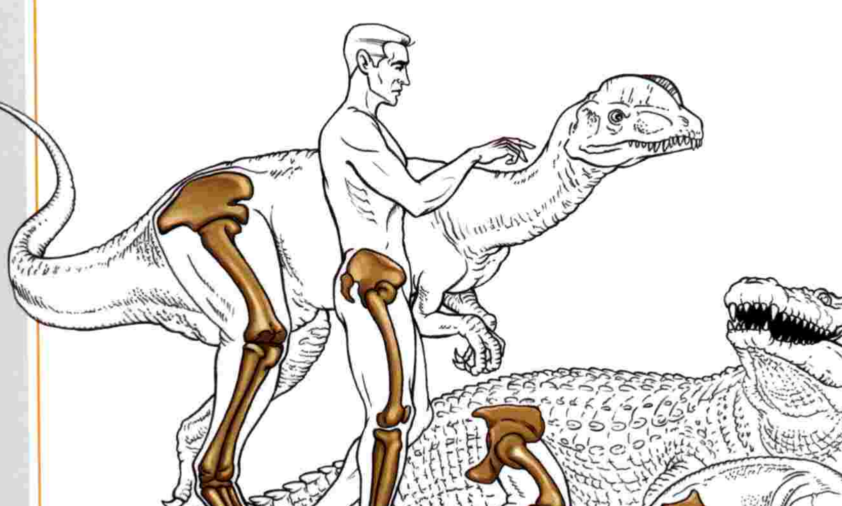
اُفتالموسورس[1]

یک نمونه از ایکتیوسَورها به طول ۴-۳ متر که در ژوراسیک میانی و بالایی می‌زیست. قطر چشم‌های این ایکتیوسور حدود ۲۳ سانتی‌متر بود.

چرا وضع قرارگرفتن پا درسوخت‌وساز موثر است؟

در شکل سمت راست می‌بینید که قفسهٔ سینهٔ مارمولک چگونه بر اثر حرکت جانبی پاها و ستون مهره‌ها فشرده‌شده است. این فشردگی مانع بازده مناسب تنفسی و قلبی در دوزیستان و خزندگانی می‌شود که پاهایشان در دو طرف بدن قرار دارند. حتی مارمولک‌هایی که می‌توانند روی دوپای عقبی خود بدوند نیز چنین پاهایی دارند و ستون مهره‌های آن‌ها در هنگام راه‌رفتن به‌چپ و راست خم می‌شود اما در دایناسورها (تصویر سمت چپ) و پستانداران، به‌دلیل قرارگرفتن پاها در زیربدن و جهت متفاوت حرکت مفصل‌های پا، نه‌تنها هیچ فشاری به ستون مهره‌ها وارد نمی‌شود، بلکه سرعت جانور در هنگام دویدن نیز افزایش می‌یابد.





وضع قرارگیری پاها در مهره‌داران خون‌گرم

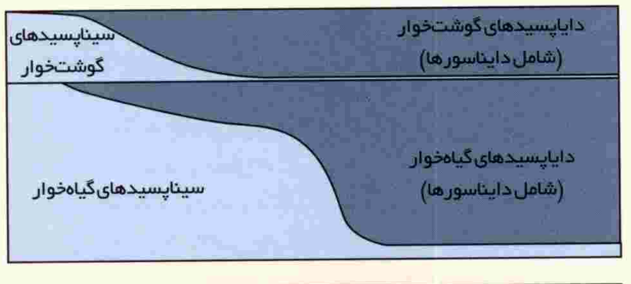
دوزیستان و خزندگان ابتدایی، درست مثل ماهی‌هایی که با باله‌هایشان روی زمین می‌خزند، با پاهایی که از دو طرف بدن بیرون آمده‌اند، شکمشان را روی زمین می‌کشند. در دو گروه از آمنیوت‌ها، یعنی پستانداران و آرکوسورها (← فصل ۸) با بالارفتن متابولیسم، زاویهٔ قرارگیری پاها به عمود نزدیک‌ونزدیک‌تر می‌شود. عمودشدن پاها به زیربدن نه‌تنها سرعت جانور را بالامی‌برد، بلکه بازده تنفسی و قلبی را هم افزایش می‌دهد. در دایناسورها پاها کاملاً در زیر بدن قرارمی‌گیرند؛ بنابراین، بسیاری از دانشمندان عقیده دارند که آن‌ها متابولیسمی چون پستانداران و پرندگان امروزی داشته‌اند.

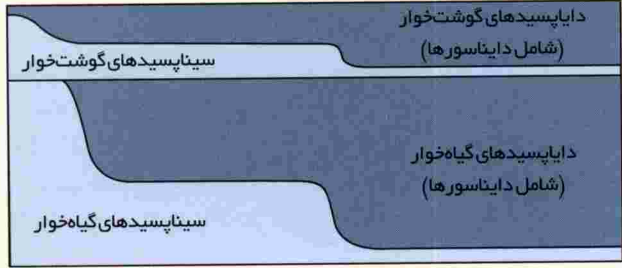
الگوی توسعهٔ دایناسورها

دانشـمندان دربارهٔ چگونگی پیروزی دایناسـورها بر سیناپسـیدها (پسـتانداران و خویشـاوندان آن‌ها) در اوایل دوران دایناسـورها اختلاف‌نظر دارنـد. برخی از آن‌ها معتقدند که دایناسورها به‌تدریج توانستند بر پستانداران چیره شوند؛ زیرا توانایی‌های آن‌ها در سوخت‌وساز بر پستانداران برتری داشت. از دو نمودار زیر، نمودار بالایی نشانگر چنین نظریه‌ای است. طبق این نظریه، دایناسورهای گیاه‌خوار و گوشت‌خوار، به‌دلیل اینکه سوخت‌وساز بالاتری داشته‌اند، توانسته‌اند از پستانداران پیشی بگیرند و کنام‌های بوم‌شناسی را فتح کنند.

طبق نظریهٔ دوم، آنچه باعث برتری دایناسـورها شده، بخت و اقبال آن‌ها بوده است. پس از انقراض فاجعه‌بار مرز پرمین و تریاس، دایناسـورها و سیناپسـیدها توانستند بیشتر کنام‌های بوم‌شناسی را اشغال کنند. دلیل این موفقیت، نابودشدن صاحبان قبلی این کنام‌ها در جریان انقراض، و پیدایش کنام‌های نو در شرایط جدید بود. پس، این موجودات رقیبی جز همدیگر نداشتند. اما شرایط محیط تا ۳۰میلیون‌سال نخست، به‌نفع پستانداران بود. تنها، انقراض اسرارآمیز بعدی بود که باعث شد دایناسورها این بخت را پیداکنند و کنام‌های اشغال‌شـده توسط پسـتانداران را از دستشان بربایند. نمودار پایینی بیانگر این نظریه است.

تنها کشف سنگواره‌های بیشتر می‌تواند پاسخ‌گوی این گونه پرسش‌های دیرینه‌شناسان باشد. پاسخ دادن به چنین پرسش‌هایی تکلیف ما را با بسیاری از مسائل بوم‌شناسی دنیای امروز روشن می‌کند؛ به‌ویژه در شرایط بحرانی امروز که با تخریب زیست‌بوم‌ها، انقراض گونه‌ها و جای‌گزینی گونه‌های فرصت‌طلب روبه‌رو هستیم.





1- *Ophtalmosaurus* 2- *Muraenosaurus*

قلب‌های خون‌گرم

خویشاوندان کروکودیل‌ها

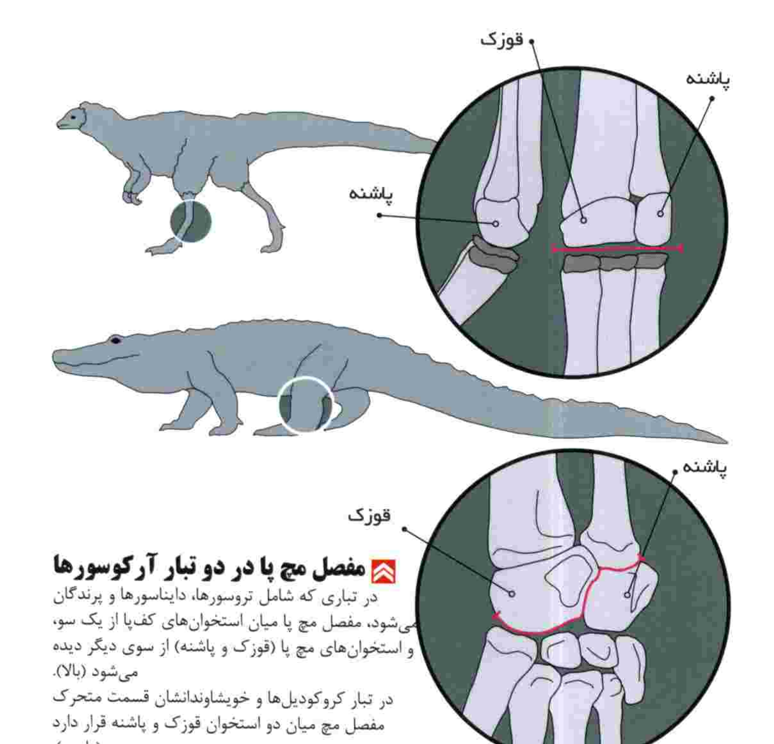
آرکوسـورها تباری از خزندگان دایاپسید هستند که شامل تمساح‌ها، تروسورها (← فصـ. ۹) و دایناسورها و پرندگان می‌شوند. قرار گرفتن پاها در زیر بدن، کامل‌شدن دیوارهٔ بطن و پیدایش قلب کاملاً چهارحفره‌ای و نگهداری از زاده‌ها برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های آرکوسورها محسوب می‌شود که آن‌ها را از خزندگان دیگر متمایز می‌کند. آرکوسورها از همان ابتدا به دو گروه بزرگ تقسیم می‌شدند: کروکودیل‌ها و خویشاوندان آن‌ها در یک سـو و دایناسـورها (شامل پرندگان) و تروسورها در سوی دیگر. تروسـورها و دایناسـورها به‌خاطـر داشـتن ویژگی‌هایی مانند پوشیده‌شـدن بدن با خز و پر و داشتن گردن‌های نسبتاً دراز و تاب‌دار بیشتر به هم شبیه بودند اما تبار کروکودیل‌ها و خویشاوندانشان این ویژگی‌ها را نداشـتند. تنها گروه بازمانده از آن‌ها کروکودیل‌ها هستند: حیواناتی خون‌سـرد و خموده اما دانشـمندان زیـادی فکرمی‌کنند که نیاکان کروکودیل‌ها پیش‌تر از این، سوخت‌وساز بیشـتری داشته‌اند. این آرکوسورهای باستانی و کروکودیل‌مانند تنوع بسیار چشمگیری هم داشـته‌اند: کروکودیل‌هایی با انواع و اقسـام شکل‌ها و ریخت‌ها. حتی کروکودیل‌های منقاردار و دوپا و دایناسورمانندی هم وجود داشته‌اند که شاید اگر بخت با پسرعموهای دایناسورشان یار نبود، منقرض نمی‌شدند بلکه تکامل می‌یافتند و حتی موفق به پرواز می‌شدند و امروز روی شاخهٔ درختان جیک‌جیک می‌کردند!

تنوع و تکامل در تبار کروکودیل‌ها

آرکوسورها به دو تبار بزرگ تکامل یافتند: یکی تبار تروسورها، دایناسورها و پرندگان (یعنی موضوع اصلی این کتاب) و دیگری که فعلاً با آن سروکار داریم، و آن را با نام کلی «کروروتارس‌ها»[1] می‌شناسیم، بر اساس ویژگی‌هایی در مفصل مچ پا رده‌بندی می‌شوند. برخلاف دیگر خزندگان، در کروکودیل‌ها و خویشاوندان آن‌ها مفصل مچ پا میان استخوان‌های مچ و استخوان‌های کف پا نیست بلکه قسمت متحرک مفصل مچ پا، میان دو اسـتخوان قوزک و پاشـنه قراردارد که هر دو از اسـتخوان‌های مچ هستند

به جز چنین شباهت‌هایی در جزئیات اسـتخوان‌بندی، کروروتارس‌ها دست‌کم تا پیش از پایان تریاس گروهی بسـیار متنوع و رنگارنگ شـدند. به‌دلیل همین تنوع و گونه‌گونی، در نگاه نخسـت نمی‌توان تشخیص‌داد که همهٔ این انواع، در حقیقت پسرعموهای یکدیگرند. ابتدایی‌ترین انواع آن‌ها، حشره‌خوارانی کوچک و نیم‌متری بودند که در جنوب آفریقا به‌دنبال حشـرات می‌گشـتند امـا پس از چند میلیون سال، طیفی از حیوانات کوچک و بزرگ شکارچی از این تبار زاده شدند که برخی از آن‌ها پیش از تکامل دایناسـورهای شکارچی بزرگ، دنیا را به چشم دایناسورها و پسـتانداران نخسـتین تیره‌وتار کرده بودند. در حقیقت، اگر انقراض پایان دورهٔ تریاس نبود (← فصـ. ۸)، امکان‌داشـت همین کروکودیل‌های جوراجور به همراه پستانداران کوچک‌وبزرگ نخستین کنام‌های بوم‌شناختی را تا همین امروزه زیر پای خویش نگه دارند و هرگز به دایناسورها و پرندگان اجازهٔ تکامل ندهند.

به‌هرحال، انقراض اواخر دورهٔ تریاس، حسـاب بسیاری از آن‌ها را رسید و عرصه را برای دایناسورها خالی‌کرد. پس از این انقراض، تنها یک گروه از کروروتارس‌ها باقی ماند. کروکودیل‌های امروزین از تبار همین گروه‌اند. اما داسـتان تنوع کروکودیل‌ها به همین‌جا ختم نمی‌شود.



مفصل مچ پا در دو تبار آرکوسورها

در تباری که شامل تروسورها، دایناسورها و پرندگان می‌شود، مفصل مچ پا میان استخوان‌های کف‌پا از یک سو، و استخوان‌های مچ پا (قوزک و پاشنه) از سوی دیگر دیده می‌شود (بالا).
در تبار کروکودیل‌ها و خویشاوندانشان قسمت متحرک مفصل مچ میان دو استخوان قوزک و پاشنه قرار دارد (پایین).

کروکودیل‌هـا در دورهٔ ژوراسـیک و کرتاسـه باز هـم انواع جدیـدی از حیوانات عجیب‌وغریب را ایجاد کردند. انواعی خشـکی‌زی و دونـده (البته چهارپا)، آبزی و حتی دریازی از آن‌ها تکامل یافتند. در دورهٔ کرتاسه کروکودیل‌هایی ۱۲ متری که با دایناسورهای شکارچی در صید طعمه‌های بزرگ رقابت داشتند، به تکامل رسیدند. کروکودیل‌های امروزین هم گرچه به‌زندگی سرد و آرام زیر آب خوکرده‌اند اما تکامل، آن‌ها را نیز به‌حال خود رها نکرده اسـت. از کرتاسهٔ بالایی تا امروز بسیاری از آن‌ها بـدون تغییرات زیاد باقی مانده‌اند اما این ثبات به‌دلیل جایگاه مناسـب کنام آن‌ها در زیست‌بوم اسـت. کروکودیل‌ها توانسته‌اند جایگاهی به‌دست‌آورند که تنهاوتنها مناسـب خود آن‌هاسـت. به‌هرحال، کروکودیل‌های امروزی از همان دورهٔ کرتاسه نسبت به خویشاوندان دیگر خود برتری‌هایی پیدا کرده‌اند که تا امروز زنده مانده‌اند. یکی از مهم‌ترین این برتری‌ها تکامل کام ثانویه، در آن‌هاست. این کام ثانویه درست مانند کام پستانداران، فضای حفرهٔ بینی را از حفرهٔ دهان جدامی‌کند و به آن‌ها اجازه می‌دهد که بدون مشکل در تنفس، مشغول بلعیدن طعمه‌های خیلی بزرگ‌شوند!

1- Crurotarsi

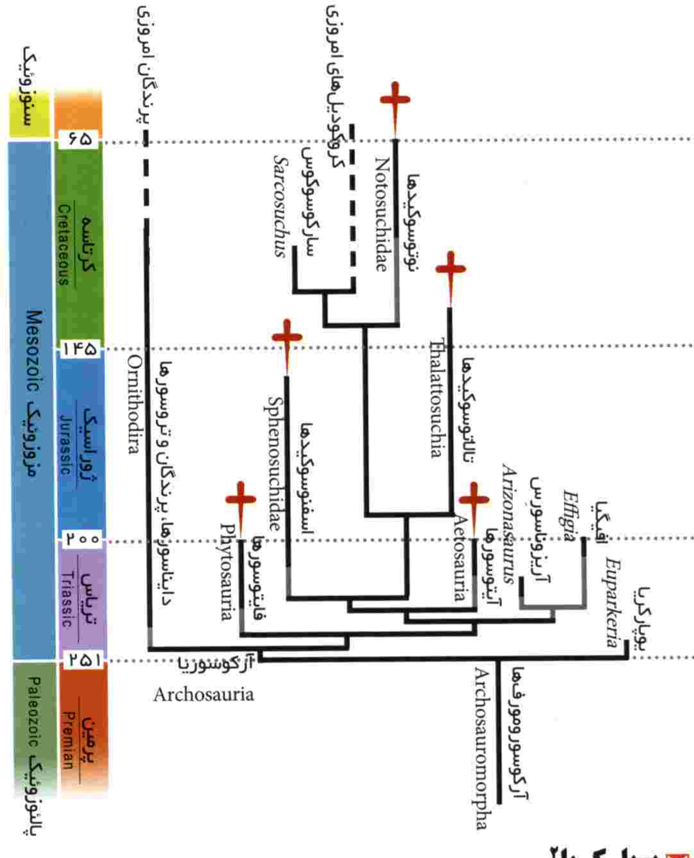
تکامل قلب در آمنیوت‌ها

زمانی که مهره‌داران هنوز در آب زندگی می‌کردند، قلب آن‌ها تنها قسمتی ضخیم و تپنده از یک رگ بزرگ با دو اتاقک ضربان‌دار و پی‌درپی بود؛ از یک سو خون به نخستین اتاقک (دهلیز) وارد می‌شد و از سوی دیگر (از بطن) خارج می‌شد. ما در اصطلاح به این نوع قلب، که در ماهی‌ها دیده می‌شود، قلب دوحفره‌ای می‌گوییم.

در دوزیستان، گردش خونی ششی نیز برای نخستین بار ضمیمهٔ دستگاه گردش خون شد. درحقیقت، یکی از سیاهرگ‌هایی که از شش‌ها به قلب برمی‌گشت، وظیفهٔ انتقال خون اکسیژن‌دار را به‌عهده‌گرفت و بدون مخلوط‌شدن با سیاهرگ عمومی بدن، که حاوی خون تیره بود، خون روشن خود را به‌طور مستقیم به قلب رساند. این سیاهرگ ششی (که برخلاف نامش حاوی خون روشن بود) از دریچهٔ جدیدی، که به دهلیز دوم قلب تبدیل شد، وارد قلب می‌شد؛ بنابراین، قلب دوزیستان «سه‌حفره‌ای» شد. در این قلب سه‌حفره‌ای، خون تیره و روشن از هر دو دهلیز به بطن مشترکی می‌ریزند و با هم مخلوط می‌شوند.

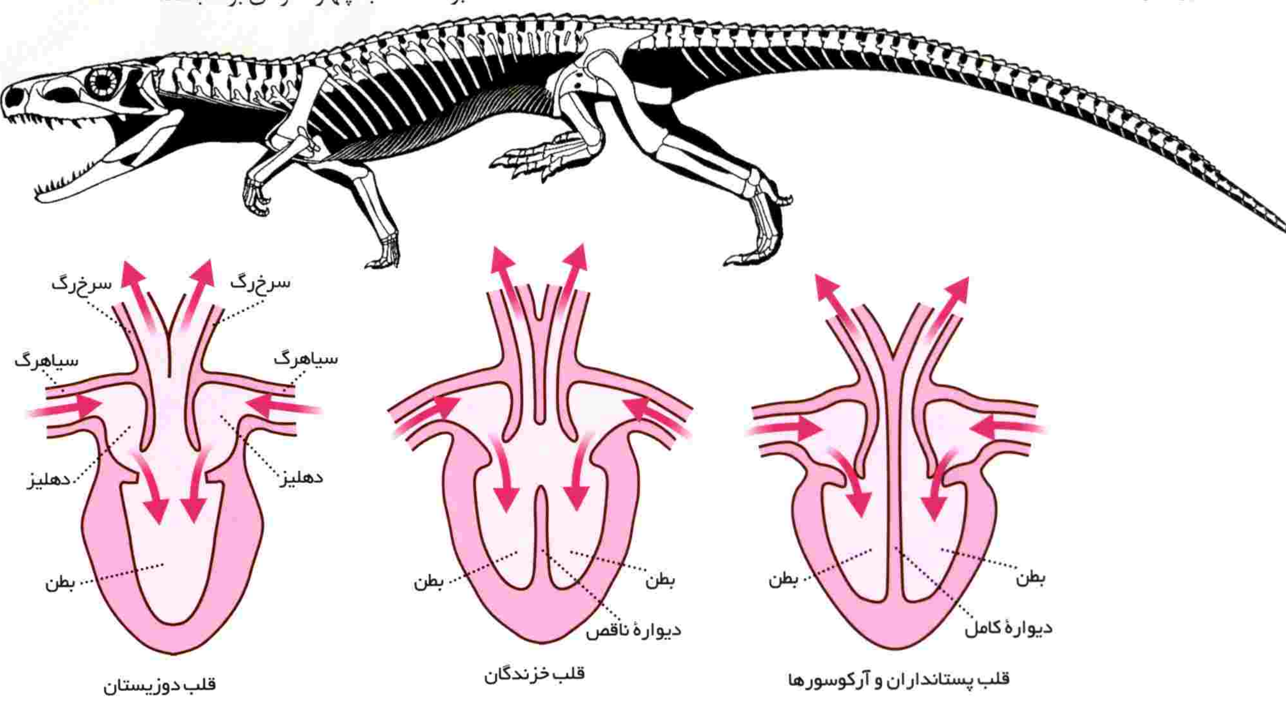
در آمنیوت‌های ابتدایی، دیواره‌ای میان بطن قلب شروع به رشد کرد. این مسئله تا حد زیادی مانع ترکیب خون تیره‌وروشن می‌شد اما به‌دلیل ناقص بودن این دیواره، فشار خون گردش عمومی و گردش ششی همچنان یکسان بود. به این نوع قلب که امروزه در لاک‌پشت‌ها، مارها و مارمولک‌ها وجود دارد، «چهارحفره‌ایِ ناقص» می‌گوییم.

در پستانداران و آرکوسورها با بالارفتن سوخت‌وساز، فشار خون عمومی بدن نیز بیشتر شد اما فشار خون گردش ششی نمی‌بایست از حد مشخصی بالاتر رود. راه‌حل ساده بود: کامل‌شدن دیوارهٔ میان بطن‌ها و جداشدن کامل دو بطن از یکدیگر هم مانع مخلوط‌شدن خون تیره و روشن می‌شد و هم اختلاف فشار میان گردش عمومی و ششی را ممکن می‌کرد. در پستانداران، کروکودیل‌ها و پرندگان امروزی قلب «چهارحفره‌ایِ کامل» دیده می‌شود. بنابراین، طبیعی است که در دایناسورها نیز، که بیش از کروکودیل‌ها به پرندگان امروزی شبیه بوده‌اند، قلب چهارحفره‌ای بوده باشد.



یوپارکریا[2]

این خزندهٔ کوچولوی ۶۰ سانتی‌متری، که ۲۴۸ میلیون سال پیش در آفریقا زندگی می‌کرد، بیشتر علاقه داشت که در روی زمین به‌دنبال حیوانات کوچک و حشرات بدود. یوپارکریا از نخستین خویشاوندان نزدیک آرکوسورهایی مثل کروکودیل‌ها و دایناسورها بود.



2 - *Euparkeria*

روتیودون[1]

یک فایتوسور ۳ تا ۸ متری که در تریاس بالایی در اروپا و آمریکای شمالی زندگی‌می‌کرد. فایتوسورها خیلی شبیه کروکودیل‌های امروزی بودند، اما این شباهت به‌خاطر شباهت شیوهٔ زندگی آن‌ها بود. آن‌ها زیر آب مخفی‌می‌شدند و حیواناتی که برای نوشیدن به کنار آب می‌آمدند، صیدمی‌کردند.

کروکودیل در لباس دایناسور

می‌خواهد باورتان بشود، یا نشود! این حیوان گردن‌دراز ۳ متری به نام اِفیگیا[7]، یک‌جور کروکودیل بوده‌است که ۲۰۰میلیون سال پیش در نیومکزیکو در آمریکای شمالی زندگی‌می‌کرد و جزئیات استخوان‌شناسی‌اش (مثل ساختار مچ پایش) درست شبیه دیگر کروکودیل‌ها بوده‌است؛ اما به‌دلیل شباهت نوع زندگی با برخی دایناسورها، شکل ظاهری بدنش شبیه آن‌ها تکامل‌یافته‌است و حتی دندان‌های ریخته و دهانش دارای یک منقار شده‌بود!

متریورینکوس[2]

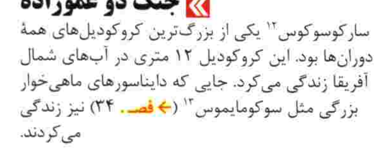
متریورینکوس، جزء تالاتوسوکیدها[3] بود. تالاتوسوکیدها گروهی از کروکودیل‌های دریازی بودند که از ژوراسیک پایینی تا کرتاسهٔ پایینی در سراسر جهان زندگی می‌کردند. متریونیکوس از ژوراسیک میانی تا ژوراسیک بالایی زندگی‌می‌کرد.

سایموسوکوس

نوتوسوکیدها[9] گروهی جالب از کروکودیل‌های کرتاسهٔ بالایی بودند. اما همهٔ آن‌ها به کروکودیل‌ها شباهت‌نداشتند. سایموسوکوس یک نوتوسوکید گیاه‌خوار با دندان‌های پهن و غیرطبیعی بود که در پایان کرتاسه در ماداگاسکار زندگی‌می‌کرد. سایموسوکوس تنها ۷۵ سانتی‌متر طول‌داشت.

آریزوناسورس

این حیوان ۶ متری یکی از خویشاوندان کروکودیل‌های امروزی بوده که ۲۳۵میلیون‌سال پیش، یعنی در تریاس میانی، در آریزونای آمریکا، نیاکان پستانداران و دایناسورها را تعقیب می‌کرده است! اگر فکر می‌کنید که این حیوان را پیش‌تر هم دیده‌اید یا برایتان آشناست، باید بگویم که سخت در اشتباهید (← فصـ ۷، ۱۶، ۲۶ و ۳۴)!



دسماتوسوکوس[10]

دسماتوسوکوس، یک آیتوسور[11] گیاه‌خوار بود. آیتوسورها ۲۲۰ تا ۲۰۰ میلیون‌سال‌پیش‌زندگی‌می‌کردند.

جنگ دو عموزاده

سارکوسوکوس[12] یکی از بزرگ‌ترین کروکودیل‌های همهٔ دوران‌ها بود. این کروکودیل ۱۲ متری در آب‌های شمال آفریقا زندگی می‌کرد. جایی که دایناسورهای ماهی‌خوار بزرگی مثل سوکومایموس[13] (← فصـ ۳۴) نیز زندگی می‌کردند.

تریستری‌سوکوس[5]

اسفنوسوکیدها[6]، گروهی از کروکودیل‌های کوچک با پاهای کشیده و بلند بودند. آن‌ها از حشرات و حیوانات کوچک تغذیه‌می‌کردند. تریستری‌سوکوس هم یکی از آن‌ها بود. تریستری‌سوکوس در تریاس بالایی ساکن غرب اروپا بود، اما برخی اسفنوسوکیدها تا ژوراسیک بالایی هم در آمریکای شمالی زندگی‌می‌کردند.



1- *Rutiodon* 2- *Metriorhynchus* 3- Thalattosuchia 4- *Arizonasaurus* 5- *Terrestrisuchus*
6- Sphenosuchidae 7- *Effigia* 8- *Simosuchus* 9- Notosuchidae 10- *Desmatosuchus*
11- Aetosaur 12- *Sarcosuchus* 13- *Suchomimus* 14- *Yacarerani* 15- *Pakasuchus*



یاکاری‌رانی[14] و دندان‌بندی عجیب نوتوسوکیدها

این نوتوسوکید ۸۰ سانتی‌متری در کرتاسهٔ بالایی در آمریکای جنوبی گله‌های کوچک و بزرگی تشکیل می‌داد. آن‌ها در حفره‌هایی در زیرزمین لانه درست می‌کردند و تخم می‌گذاشتند. دندان‌های یاکاری‌رانی مثل بقیهٔ نوتوسوکیدها عجیب است: دندان‌های جلوی دهان تیز و به سمت بیرون هستند. در پایین دندان‌بندی یک نوتوسوکید دیگر به نام پاکاسوکوس[15] را می‌بینید. پاکاسوکوس ۱۰۵ میلیون سال پیش در شرق آفریقا می‌زیست. دندان‌های پاکاسوکوس به دلیل تکامل همگرا به دندان‌های آسیای بزرگ، آسیای کوچک و نیش در پستانداران شبیه‌شده‌بودند (← فصـ. ۳۴).

دویدن در کروکودیل‌ها

از آنجا که پای کروکودیل‌ها زیر بدن آن‌ها قرار می‌گیرد، برخلاف مارمولک‌ها می‌توانند «یورتمه» بروند و حتی «بدوند». البته مارمولک‌ها هم می‌دوند اما زیست‌شناسان به تند راه‌رفتن مارمولک‌ها «دویدن» نمی‌گویند. «راه‌رفتن»، «یورتمه» و «دویدن» سه‌مرحله از سرعت‌گرفتن در پستانداران است و متناسب با اندازه و وزن پستاندار، در سرعت‌های مختلفی بروز می‌یابند. کروکودیل‌ها و آرکوسورهای دیگر (مثل پرندگان) به‌دلیل قرارگرفتن پاهایشان در زیر بدن می‌توانند به‌همین‌شکل «یورتمه» بروند و نیز «بدوند».

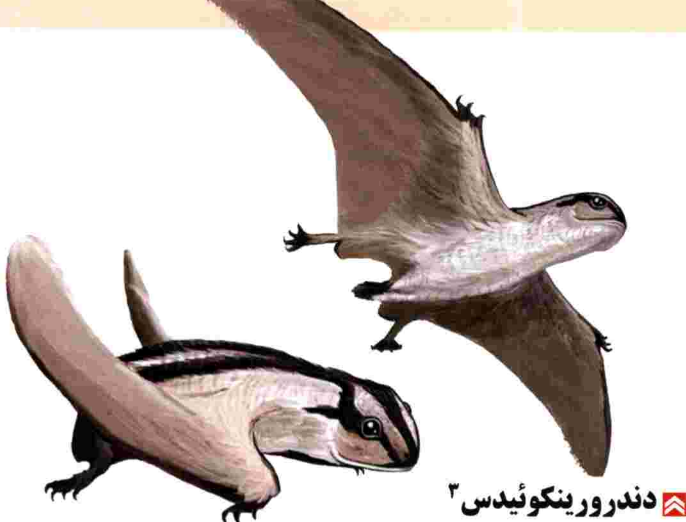
خفاش‌های خزنده

تروسورها

حیواناتی را تصور کنید که با بدن‌های پشمالو و بال‌های پوستی جیرجیرکنان در هوا در حال پروازند. برخی از آن‌ها به اندازهٔ گنجشک‌اند و میوه می‌خورند و برخی لاشه‌خوارهایی به قد زرافه‌اند که وقتی بال می‌گشایند، عرض بال‌هایشان به‌اندازهٔ یک هواپیمای شخصی است. این موجودات عجیب، نه پرنده‌اند، نه خفاش؛ آن‌ها تروسور[1] هستند: همان‌هایی که شاید خیلی‌ها به‌غلط آن‌ها را «پتروسور» صدا می‌کنند. تروسورها، مثل کروکودیل‌ها و دایناسورها از تبار آرکوسورها بوده‌اند و ویژگی‌هایی داشته‌اند که آن‌ها را به دایناسورها شبیه‌تر نشان می‌دهد و این احتمال را به‌واقعیت نزدیک می‌کند که آن‌ها سوخت‌وسازی فوق‌العاده بالا داشته‌اند؛ یعنی، خون‌گرم بوده‌اند. بدن تروسورها از چیزی شبیه مو یا ـ بهتر بگوییم ـ پر پوشیده شده بود. در فصل‌های آینده خواهیم دید که بدن دایناسورها نیز با همین پوشش گرم‌کننده پوشیده شده بوده که در دایناسورهای گوشت‌خوار به تکامل «پر» منتهی‌شده است. به شش‌های تروسورها، درست مثل پرندگان، کیسه‌هایی هوایی متصل بود که در شکم، گردن و بازوهای این جانوران گسترده شده بودند و باعث خنک‌شدن بهتر بدن‌های داغ و پرانرژی این خزندگان پروازگر می‌شدند و به‌علاوه، به سبک‌شدن بدن آن‌ها کمک می‌کردند. همین‌جا باید مشخص کنیم که تروسورها، نیاکان پرندگان امروزی نیستند. آن‌ها نه دایناسور بلکه از نزدیک‌ترین خویشاوندان دایناسورها بوده‌اند. آن‌ها تروسور بوده‌اند!

پرواز بدون پر

پرواز یکی از شیوه‌های کمیاب حرکت در میان جانوران است؛ کمیاب از این جهت که پرواز واقعی تنها در چهار گروه تکامل‌یافته است: حشرات، تروسورها، پرندگان و خفاش‌ها؛ درحالی‌که گروه‌های بسیار بیشتری از انواع عنکبوت‌ها، ماهی‌ها، قورباغه‌ها، مارها، سوسمارها و پستانداران تا یک‌قدمی پرواز آمده‌اند؛ یعنی، می‌توانند روی هوا سربخورند اما پرواز واقعی ندارند. به‌هرحال، تنها چهار تبار به این توانایی دست‌یافته‌اند اما شاید وجود همین توانایی موجب تنوع هرکدام از این چهارتبار در مقیاسی وسیع شده است. حشرات متنوع‌ترین گروه جانوران روی زمین‌اند. پرندگان متنوع‌ترین گروه مهره‌داران خشکی‌زی هستند و خفاش‌ها نیمی از تعداد گونه‌های پستانداران را به‌خود اختصاص‌داده‌اند. تروسورها نیز یکی از متنوع‌ترین گروه‌های خزنده در دوران مزوزوئیک بوده‌اند. روزگاری تروسورها تقریباً همهٔ کنام‌هایی را که امروزه پرندگان و خفاش‌ها اشغال‌کرده‌اند، زیر بال داشتند: تنوع عظیمی از تروسورهای حشره‌خوار، ماهی‌خوار، شکارچی حیوانات کوچک، میوه‌خوار و لاشه‌خوار، از اندازهٔ گنجشک تا غول‌هایی پرنده با بال‌هایی به عرض ۱۲ متر، با انواع قیافه‌هایی که می‌توانید تصورش را بکنید، طی ۱۵۵ میلیون سال یکی‌یکی آمدند، پروازکردند و رفتند. غم‌انگیزترین قسمت قصهٔ تروسورها، انقراض آخرین تروسور در ۶۵ میلیون سال پیش به‌همراه بسیاری از مهره‌داران دیگر است.



دندرورینکوئیدس[3]

آنیورونه‌تیدها[4] تروسورهای کوچولو و پشمالویی با سرهای گرد و پوزه‌ها و دم‌های کوتاه بودند اما به‌خاطر دم کوتاهشان نباید فکرکنیم که آن‌ها جزء تروداکتیلوییدها[5] بوده‌اند. درحقیقت، این ویژگی دوبار در تروسورها ظاهرشد: یک‌بار در آنیورونه‌تیدها و یک‌بار در تروداکتیلوئیدها. دم دندرورینکوئیدس به‌کوتاهی دم آنیورونه‌تیدهای دیگر نشده بود. جمجمهٔ گرد و پوزهٔ کوتاه دندرورینکوئیدس و دیگر اعضای خانوادهٔ آنیورونه‌تیدها برای گرفتن حشرات تکامل‌یافته بود. این تروسور ۱۲۴ میلیون سال پیش در چین زندگی می‌کرد.



اسکلروموکلوس[2]

این حیوان کوچولوی حشره‌خوار یکی از ابتدایی‌ترین خویشاوندان تروسورها و دایناسورها به‌شمار می‌رود.
درست‌نمی‌دانیم اسکلروموکلوس به تروسورها نزدیک‌تر است یا اینکه پیش از انشعاب دایناسورها و تروسورها تکامل‌یافته، اما بدون شک نیای تروسورها و دایناسورها چنین موجودی بوده است.
اسکلروموکلوس، این حشره‌خوار ۲۰ سانتی‌متری (به اندازهٔ همین تصویر) و بیابان‌زی، در میان ماسه‌های دورهٔ تریاس به‌دنبال حشرات می‌گشت.

1- Pterosauria 2- *Scleromochlus* 3- *Dendrorhynchoides* 4- Anurognathidae 5- Pterodactyloidea



نمیکولوپتروس[6]

این تروسور، که اندازهٔ جثهٔ آن به‌زحمت به یک گنجشک می‌رسید، (به همین اندازه که در تصویر می‌بینید)، یک تروداکتیلوئید بود. اغلب تروداکتیلوئیدها اندازه‌های بزرگی داشتند (صفحهٔ بعد را ببینید!)، اما نمیکولوپتروس و چند تروسور کوچک‌جثهٔ دیگر، در این‌میان استثنا محسوب می‌شدند.

نمیکولوپتروس ۱۲۰ میلیون‌سال‌پیش در شرق چین زندگی می‌کرد. غذای این تروسور احتمالاً حشرات کوچک، انگل‌های بدن دایناسورها و میوه‌ها و دانه‌های گیاهان گل‌دار بوده است.

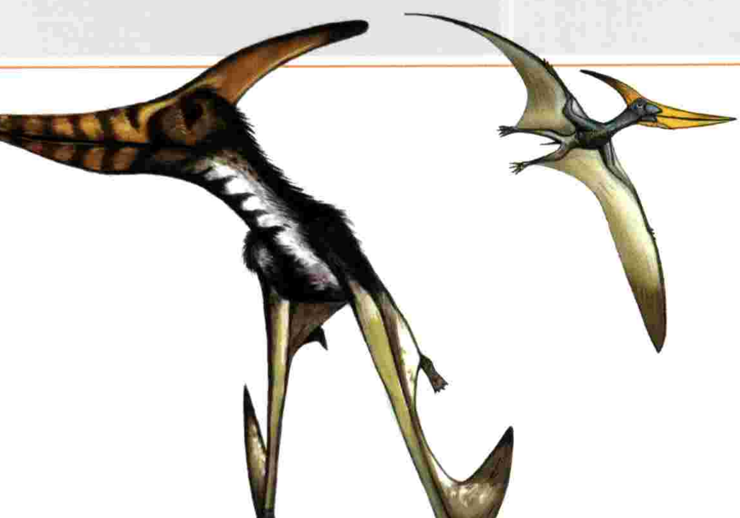
گوناگونی حیات

تنوع زیســتی یعنی گوناگونی موجودات زنده. اهمیت تنوع زیستی زمانی مشخص می‌شــود که بدانیم هرکدام از این موجودات، حلقه‌ای از زیست‌بوم‌اند و حذف‌شدن آن‌ها می‌تواند باعث نابودی همهٔ زیســت‌بوم شــود. تروسورها نمونهٔ بسیار خوبی از تنوع زیســتی نابودشــده‌اند. اگر به درخت تکاملی آن‌ها در صفحهٔ بعد نگاه کنید، خواهید دید که اغلب تروســورها چندمیلیون‌ســال پیش از انقــراض بزرگ پایان کرتاسه، آرام‌آرام منقرض‌شدند و تنها دو گروه از آن‌ها تا پایان کرتاسه باقی‌ماندند. این احتمال بســیار جدی اســت که رقابت با پرندگان (پســرعموهای پردار) باعث حذف‌تدریجی آن‌ها شــده باشد و همین می‌تواند مقدمهٔ به‌هم‌خوردن زیست‌بوم و انقراض دایناسورها و بسیاری موجودات دیگر در پایان کرتاسه باشد. به‌هرحال، آن بحران گذشــت اما امروز خود انســان کمر به نابودی تنوع زیستی بسته است و در صورت تداوم این روند، صحنه‌ای مشابه اواخر دورهٔ کرتاسه خلق می‌کند. نکتهٔ جالب در مورد نمیکولوپتروس و ترودوســترو این اســت که در مدت چند میلیون‌سال، چنین تنوع زیبایی خلق‌شــده است. تروسورهایی که نه‌تنها ظاهری متفاوت دارند بلکــه نقش بوم‌شناســی هرکدام از آن‌هــا نیز کاملاً متفاوت اســت؛ همان‌طور که گنجشک و فلامینگوهای امروزی نقش‌های متفاوتی در زیست‌بوم دارند.

ترودوسترو[7]

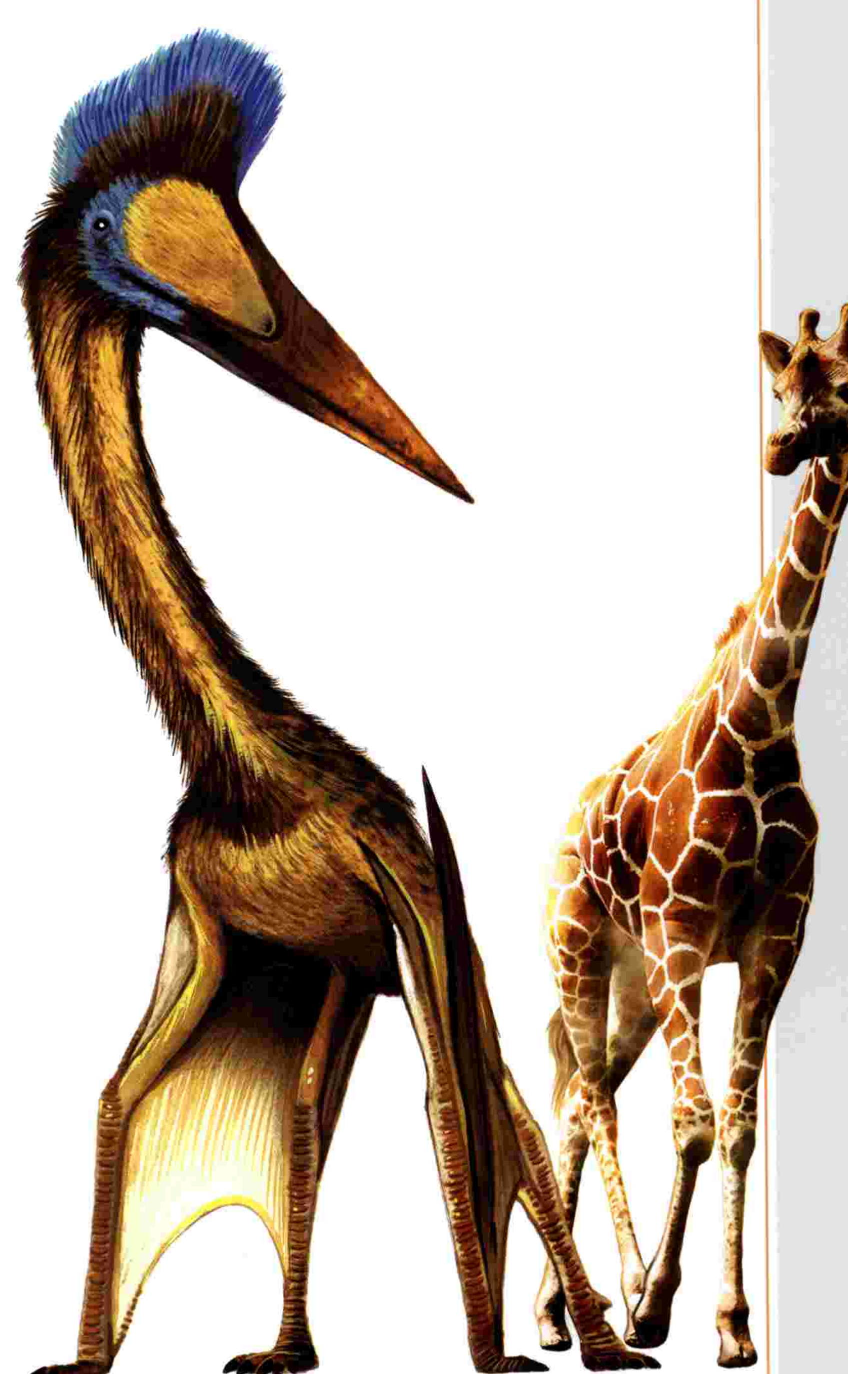
ترودوسترو در میان همهٔ مهره‌داران نمونه‌ای منحصربه‌فرد است: زیرا تنها مهره‌داری است که دندان‌هایی با مینای انعطاف‌پذیر داشته‌است. سنگوارهٔاین تروسور به‌خوبی دندان‌های رشته‌رشتهٔ او را، که مثل ساقه‌های علف نرم و تابدار هستند، حفظ‌کرده‌است. این دندان‌ها برای تغذیهٔ ترودوسترو از پلانکتون‌های شناور در میان آب‌های کم‌عمق تکامل‌یافته‌بودند. ترودوسترو که جزء خانوادهٔ‌تنوکازماتیدها[8] بود، ۱۰۵ میلیون‌سال پیش در در آمریکای جنوبی زندگی‌می‌کرد. عرض بال‌های این تروسور ۲/۵ تا ۳ متر بود.

6 - *Nemicolopterus* 7- *Pterodaustro* 8- Ctenochasmatidae



تروسورهای سنگین‌وزن چطور شروع به پرواز می‌کردند؟

برخی تروسورها، مثل ترانودون[1]، وزن زیاد و جثهٔ بزرگی داشتند. عرض بال ترانودون در حدود ۷ تا ۹ متر بود و به‌همین سبب ناچار بود نیروی آغازین پرواز را با یک جهش (شاید به‌کمک خود بال‌ها) تأمین کند. البته تروسورها نیز، مثل دایناسورها و پرندگان، کیسه‌هایی هوایی داشتند که وزن مخصوص بدن آن‌ها را خیلی کم می‌کرد. ترانودون به‌رغم جثهٔ بزرگش تنها ۳۰ کیلوگرم وزن‌داشت.



بزرگ‌ترین تروسور کدام بود؟

کتزال‌کواتلوس[2]، بزرگ‌ترین تروسور شناخته‌شده است. برخی دانشمندان معتقدند که کتزال‌کواتلوس با آن جثهٔ بزرگ هرگز پرواز نمی‌کرده بلکه دائم روی زمین راه می‌رفته و بچه دایناسورها را می‌خورده است. کتزال‌کواتلوس جزء خانوادهٔ اژدرکیدها[3] بود. نام این خانواده از تروسوری به‌نام اژدرکو[4] گرفته شده است. اژدرکو (اژدرخو) نخستین تروسوری است که نام علمی‌اش یک نام فارسی است. حتما می‌دانید که «اژدرخو» یعنی کسی که خلق‌وخویش مثل اژدهاست!

اژدرکیدها جزء آخرین تروسورها بودند که همراه دایناسورها منقرض‌شدند. آن‌ها در همه‌جای جهان زندگی می‌کردند. کتزال‌کواتلوس در آمریکای شمالی پیدا شده است و اژدرکو در آسیای مرکزی (خراسان قدیم)؛ به‌همین دلیل دانشمندان نامی فارسی برای او برگزیدند. یک اژدرکید دیگر به‌نام النکا[5] (العنقا) در مراکش زندگی می‌کرد؛ بنابراین، نام پرندهٔ اسطوره‌ای اعراب، عنقا، برای این اژدرکید برگزیده‌شده است. نام کتزال‌کواتلوس نیز از یک حیوان افسانه‌ای سرخ‌پوستی گرفته شده است.

تکامل تروسورها

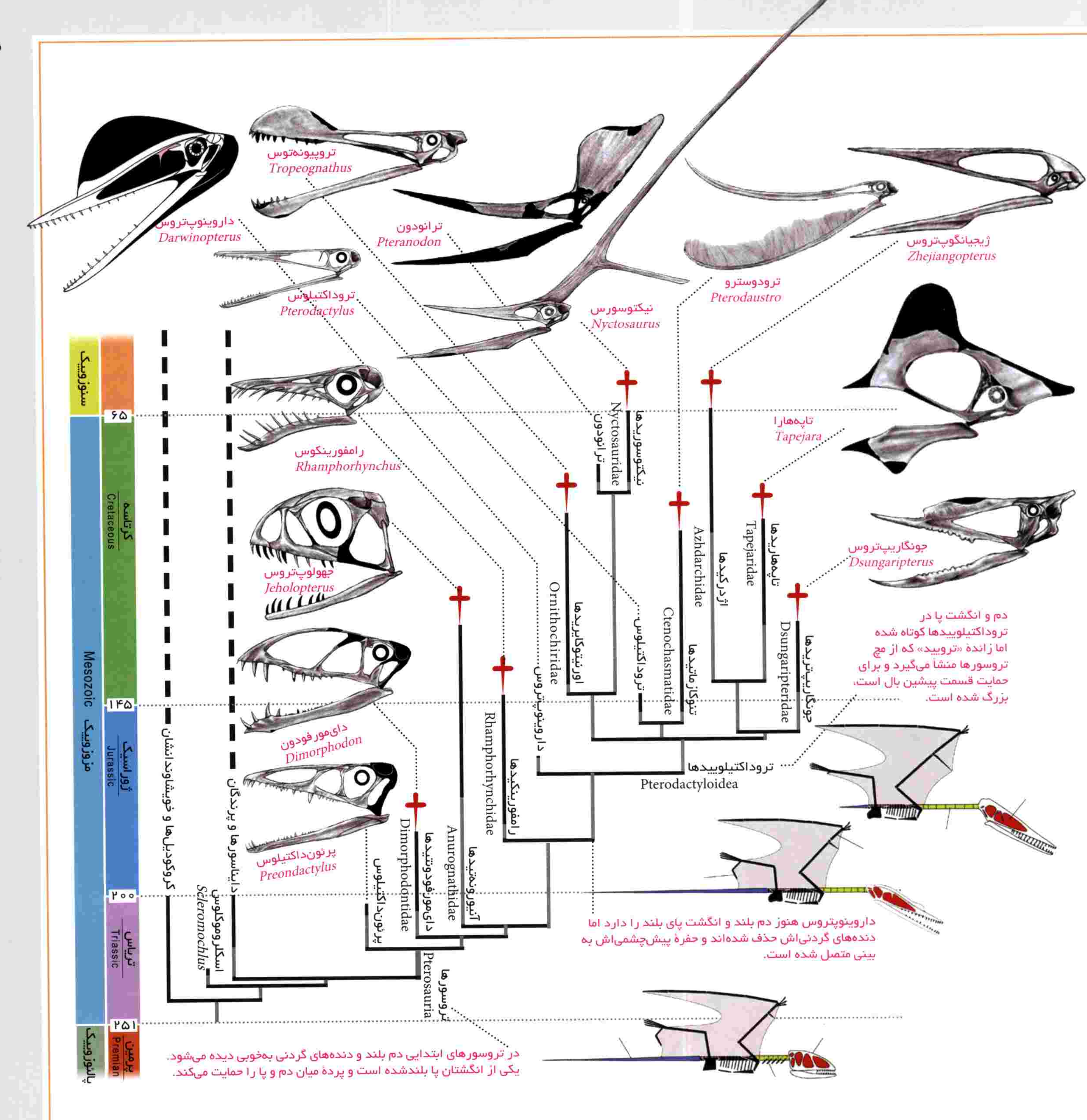
نخستین تروسورها حشره‌خوارانی کوچک مثل دای‌مورفودونتیدها[6] بودند. آن‌ها دم‌هایی بلند و دهان‌هایی پر از دندان‌های تیز برای گرفتن ماهی و حشرات داشتند. پوزهٔ تروسورهای حشره‌خوار معمولاً گردتر و پوزهٔ تروسورهای ماهی‌خوار کشیده و دراز بود.

برخی از تروسورها، مثل آنیورونه‌تیدها، به‌تدریج دم‌های کوتاه‌تری پیدا کردند. به‌نظر می‌رسد که در تاریخ تکامل، دم عضو چندان مناسبی برای پرواز نبوده است!

البته تغییرات تکاملی تروسورها به‌همین‌جا ختم‌نمی‌شد. تروسورهایی مثل داروینوپتروس[7]، که به‌تازگی کشف شده‌اند، حلقه‌های گم‌شدهٔ تکامل گروهی از تروسورها به نام تروداکتیلوئیدها بودند. حذف دنده‌های گردنی (← فصـ. ۶) و یکی‌شدن سوراخ بینی با حفرهٔ پیش‌چشمی از ویژگی‌هایی بود که در داروینوپتروس ظاهرشد و با تروداکتیلوئیدها مشترک بود. تروداکتیلوئیدها با دم‌های کوتاه و برخی ویژگی‌های دیگر از تروسورهای ابتدایی‌تر متمایز می‌شدند. تنوع تروداکتیلوئیدها بسیار جالب بود. اغلب آن‌ها روی سرشان کاکل‌های حیرت‌انگیز و بزرگی به شکل‌های مختلف داشتند. به‌نظرمی‌رسد که این کاکل‌ها در رقابت میان نرها برای جفت‌گیری نقش مهمی ایفا می‌کرده است.

چند گروه از تروداکتیلوئیدها دندان‌های خود را از دست‌دادند اما یکی از جالب‌ترین خانواده‌های آن‌ها، تنوکازماتیدها، با داشتن دندان‌های بلند می‌توانستند موجودات کوچک درون آب را جدا کنند و بخورند.

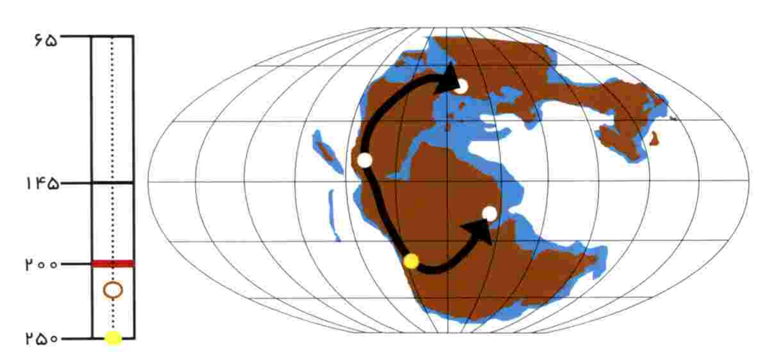
1- *Pteranodon* 2- *Quetzalcoatlus* 3- Azhdarchidae 4- *Azhdacho* 5- *Alanqa* 6- Dimorphodontidae 7- *Darwinopterus*



خیلی‌ها معتقدند که از وقتی دایناسورها، یعنی پسرعموهای تروسورها، پردرآوردند و شروع به پروازکردند، توانستند در رقابت با تروسورها پیروز شوند؛ زیرا بال تروسورها پرده‌ای پوستی بود که اگر آسیب می‌دید، چه‌بسا به‌ناتوانی حیوان نگون‌بخت و مرگ او منجر می‌شد، اما بال دایناسورها از پر ساخته شده بود و اگر یک پر آسیب می‌دید، پرواز حیوان دچار مشکل نمی‌شد و جای آن پر نیز پری جدید می‌رویید. با نیم‌نگاهی به درخت تکاملی تروســورها می‌توان فهمید که این موضوع درست است. در پایان دورهٔ کرتاسه از آن تنوع چشم‌گیر تنها دو خانواده باقی مانده بود: نیکتوسوریدها[9] و اژدرکیدها. هر دوی این خانواده‌ها نیز از تروســورهای نسبتاً بزرگ‌جثه‌ای بودند که مثل عقاب‌ها و لاشخورها بر فراز ستون‌های هوای گرم اوج‌می‌گرفتند و روی آب یا در بیابان در پی غذاهایی مثل لاشهٔ حیوانات یا ماهی بودند.

9 - Nyctosauridae

پیدایش دایناسورها
زنـده باد آمریکای جـنوبی!

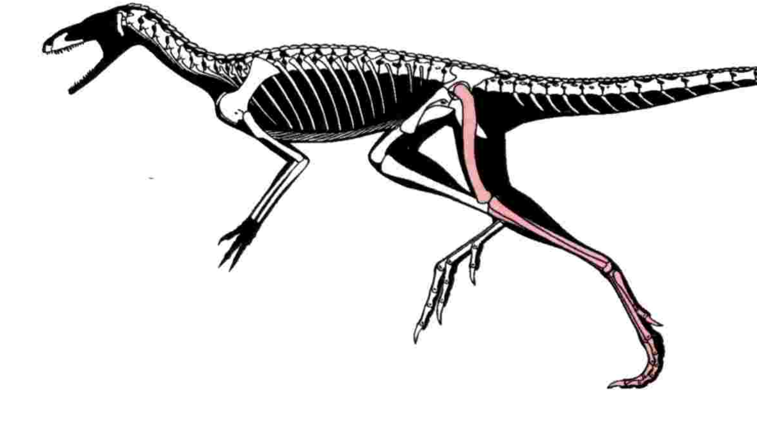


پراکنش نخستین دایناسورومورف‌ها از آمریکای جنوبی در سراسر پانگه‌آ

نخستین دایناسورها[1] حیواناتی کوچک، اغلب دوپا، حشره‌خوار و گاهی همه‌چیزخوار، با بدن‌هایی پشمالو و درحقیقت پوشیده از پرهای مومانند بسیار ابتدایی بودند. آن‌ها در بسیاری از نقاط قارهٔ باستانی پانگه‌آ پراکنده بودند اما یافته‌های جدید نشان می‌دهد که سرزمین‌های آمریکای جنوبی جایی بوده است که احتمالاً تبارهای اصلی دایناسورها در آنجا ظاهر شده‌اند. دایناسورها به دو گروه سوریسکین‌ها[2] و اورنی‌تیسکین‌ها[3] تقسیم می‌شوند. سوریسکین‌ها شامل دایناسورهای گوشت‌خوار و دایناسورهای گیاه‌خوار گردن‌دراز بودند؛ اورنی‌تیسکین‌ها نیز شامل انواع دیگری از دایناسورهای گیاه‌خوار، مثل دایناسورهای شاخ‌دار، زره‌پوش و نوک‌اردکی‌ها، می‌شوند. قدیمی‌ترین استخوان‌های هرکدام از این سه گروه (دایناسورهای گوشت‌خوار، گیاه‌خواران گردن‌دراز و اورنی‌تیسکین‌ها) در آمریکای جنوبی یافت شده‌است؛ پس، تعجبی ندارد که آمریکای جنوبی را مهد دایناسورها بنامیم.

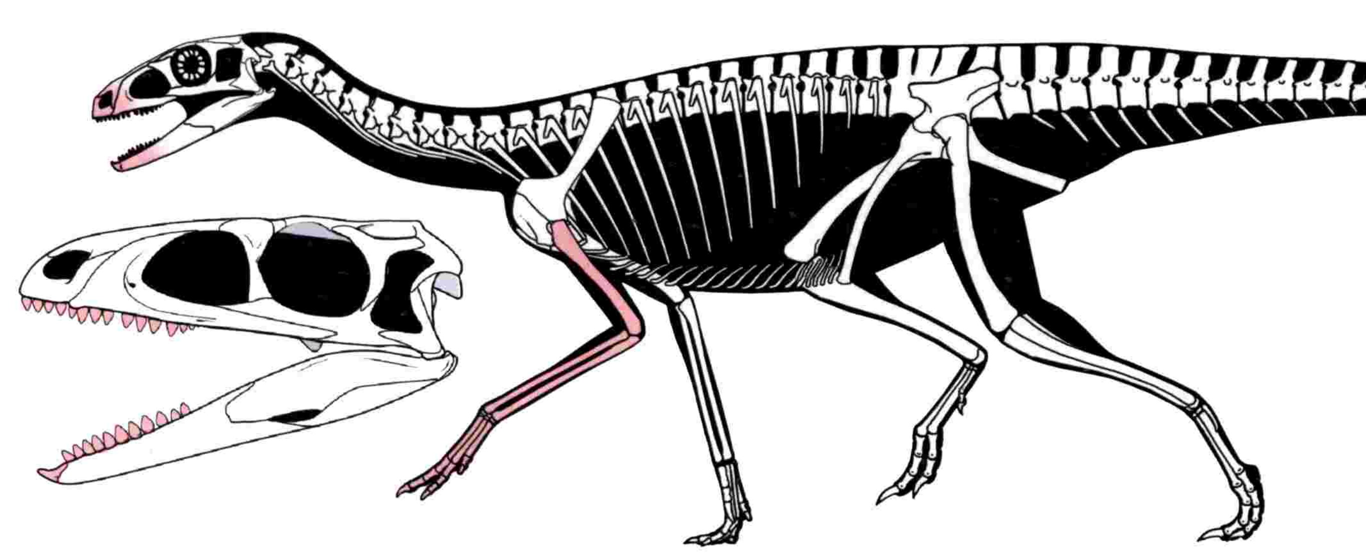
ماراسوکوس[4]

ماراسوکوس یک شکارچی ماهر حشرات دورهٔ تریاس از آمریکای جنوبی بود. این حشره‌خوار کوچولو، که تنها نیم‌متر طول داشت (و تازه بیش از نیمی از طول بدنش فقط دم درازش بود!) و کاملاً روی دوپای عقبی خود راه می‌رفت، با بدنی پشمالو دائم به‌دنبال حشرات می‌دوید. نیای مستقیم دایناسورها، باید چنین موجودی بوده باشد.



سایلی‌سوریدها[5]

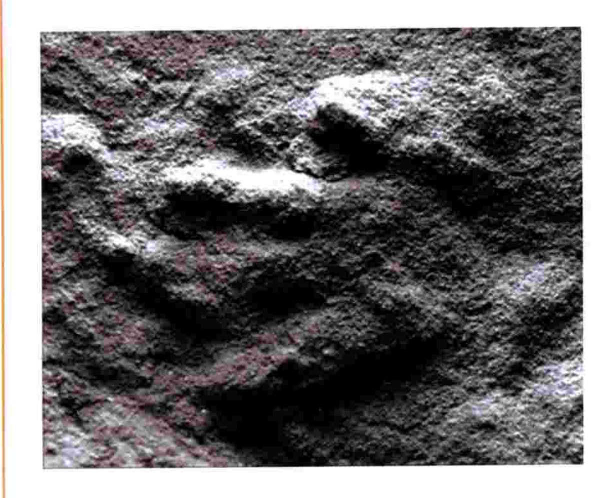
اغلب دایناسورومورف‌های[6] ابتدایی (و نه همهٔ آن‌ها) حشره‌خوار بودند. سایلی‌سوریدهای یکی دو متری، نزدیک‌ترین خویشاوندان دایناسورها بودند که اتفاقاً گیاه‌خوار هم شده بودند. البته این احتمال هم که آن‌ها گاهی حیوانات کوچک را می‌خورده‌اند، بعید به‌نظر نمی‌رسد. داینوسورومورف‌ها اگرچه از نیاکانی دوپا تکامل‌یافته بودند، دست‌های نسبتاً بلندشان نشان می‌دهد که اغلب روی چهارپا حرکت می‌کرده‌اند. سایلی‌سورِس[7] در لهستان و خویشاوند نزدیکش، یعنی آسیلی‌سورِس[8]، در تانزانیا کشف شدند. بقایای سایلی‌سوریدهای دیگری هم در آمریکای شمالی و جنوبی کشف شده است.



1- Dinosauria 2- Saurischia 3- Ornithischia 4- *Marasuchus* 5- Silesauridae 6- Dinosauromorpha 7- *Silesaurus* 8- *Asilisaurus*

قدیمی‌ترین اثر کشف‌شده از دایناسوروموروف‌ها

ردپای دایناســوروموروف‌های ابتدایی در بسیاری نقاط جهان مثل آرژانتین و لهستان پیدا شده است. قدیمی‌ترین آن‌ها، ردپایی است که اخیراً در لهستان پیدا شده و سن آن ۲۴۹ تا ۲۵۱ میلیون سال اســت. این ردپا متعلق به جانوری چهارپا و تقریباً به اندازه‌ی یک گربهٔ خانگی اســت. شکل ردپا نشــان می‌دهد که پاهای صاحب آن در زیر بدنش قرار داشــته است نه در کنار بدن. این حیوان در زمان راه‌رفتن کف پای خود را روی زمین نمی‌گذاشته است بلکه تنها ســطح انگشــتانش زمین را لمس می‌کرده‌اند (یعنی درست مثل دایناســورها و پرندگان امروزی پنجه‌رو بوده است). به‌علاوه، اســتخوان‌های کف پایش درکنــار هم چفت شــده بودند (مثل دایناسورها)؛ نه مثل کروکودیل‌ها و مارمولک‌ها که استخوان‌های کف پایشــان از هم فاصله دارند. کوچک‌شدن اندازهٔ انگشتان اول و پنجــم نیز ویژگی دیگری اســت که در هیچ خزنــده‌ای به جز دایناســوروموروف‌ها (که امروز تنها پرندگان از آن‌ها به‌جامانده‌اند) دیده‌نمی‌شود. این دایناسوروموروف چهارپا بوده اما پاهای پیشین آن (دســت‌هایش) از پاهای عقبی‌اش کوتاه‌تــر بوده‌اند و در یکی از نمونه‌ها اثری از جای دســت‌ها نیســت. این بدین‌معناست که صاحــب این ردپاها تمایل به دوپاشــدن داشــته اســت. از همه مهم‌تر سن زیاد این ردپاهاســت. قدیمی‌ترین استخوان‌هایی که تاکنون از دایناسوروموروف‌ها کشف شده است، ۲۴۴ میلیون سال داشــته‌اند اما این ردپاها نشان می‌دهد که تبار دایناسوروموروف‌ها خیلی پیش‌تر، یعنی ۲۵۰ میلیون ســال پیش، از خزندگان دیگر جدا شــده بوده‌اند. بنابراین، تبارهای خویشاوند دایناسورها (مثل تروســورها و کروکودیل‌ها) نیز در همان زمان تکامل‌یافته‌اند. این یافته به معنای آن است که نیاکان آرکوسورهای اولیه شاید پیش از دوران مزوزوئیک و انقراض بزرگ ۲۵۰ میلیون سال پیش ظاهر شده باشند.



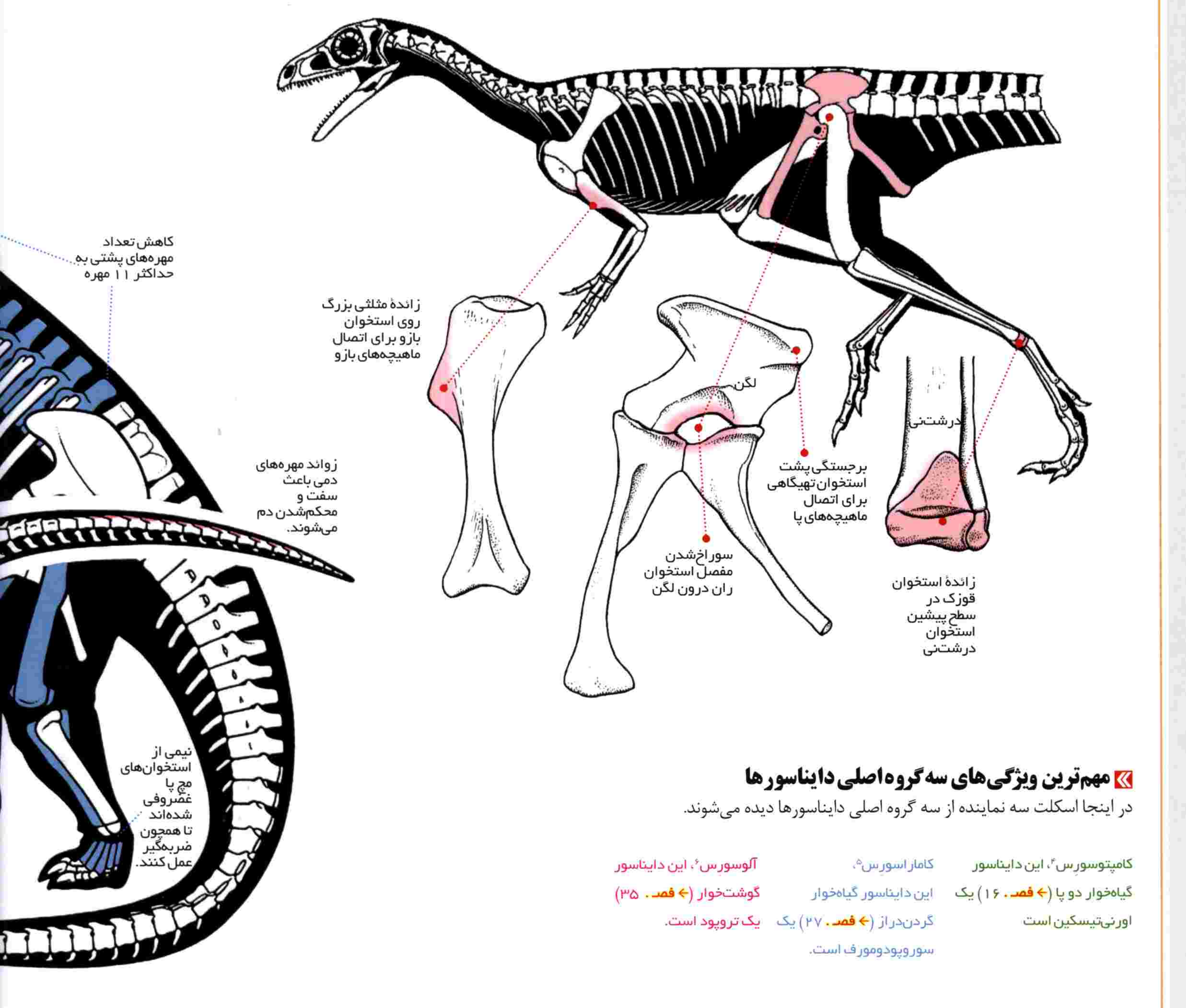
تکامل دایناسوروموروف‌ها

دایناســوروموروف‌ها، دایناسورها و خویشاوندان بسیار نزدیک آن‌ها را شامل می‌شوند. با توجه به ردپاهای بسیار قدیمی کشف شده در لهستان، به‌نظر می‌رسد که قدیمی‌ترین دایناسوروموروف‌ها حدود ۲۵۰ میلیون‌ســال‌پیش روی‌زمین ظاهر شــده‌اند. ماراســوکوس، تیرهٔ لاگرپتونیدها[۹] و تیرهٔ سایلی‌ســوریدها از مهم‌ترین دایناسوروموروف‌های ابتدایی هستند. قدیمی‌ترین نمونه‌های دایناسورها از تریاس بالایی (حدود ۲۲۸ میلیون‌سال‌پیش) شناسایی شده‌اند، اما ردپاهای آن‌ها در تریاس میانی (۲۴۰ میلیون سال پیش) نیز دیده می‌شود. با توجه به پراکندگی ابتدایی‌ترین دایناســورهای واقعــی در آمریکای جنوبی، حدس‌می‌زنیم که آمریــکای جنوبی محل پیدایش نخستین دایناسور باشد.

9 - Lagerpetonidae

دایناسورها با چه‌ویژگی‌هایی شناخته می‌شدند؟

دایناسورومورف‌ها جزء آرکوسورها هستند؛ پس، همهٔ ویژگی‌های آن‌ها را دارند. مثلاً پاهایشان زیر بدنشان قرار دارد، نه در کنار بدنشان، و قلب آن‌ها نیز چهارحفره‌ای است. البته ویژگی‌هایی هم دارند که آن‌ها را از آرکوسورهای دیگر یعنی کروکودیل‌ها و تروسورها جدامی‌کند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های دایناسورومورف‌ها کوچک‌شدن انگشتان اول و پنجم در پاهاست. دست‌های دایناسورومورف‌ها نیز اغلب از پاهایشان کوتاه‌تر است؛ البته به‌جز پرندگان که دست‌هایشان دوباره درازشده و به‌بال تکامل‌یافته است. خود دایناسورها نیز ویژگی‌هایی دارند که آن‌ها را از دایناسورومورف‌های ابتدایی‌تر متمایز می‌کند. این ویژگی‌ها در همهٔ دایناسورها به‌چشم می‌خورد. تصویر زیر یکی از ابتدایی‌ترین دایناسورهای شناخته‌شده است: ائوراپتور[1]، یک دایناسور گوشت‌خوار به‌طول ۱/۷ متر و وزن ۲ کیلوگرم بود که ۲۲۰ میلیون سال پیش در جنگل‌های مرطوب و چهارفصل آمریکای جنوبی می‌زیست؛ گرچه از خویشاوندان دایناسورهای گیاه‌خوار گردن‌دراز بود (→ فصـ. ۲۳). برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک دایناسورها، که در هیچ خزندهٔ دیگری دیده‌نمی‌شود، در اسکلت ائوراپتور مشخص شده‌اند. این ویژگی‌های ظریف استخوانی را در همهٔ دایناسورها، حتی پرندگان امروزی، به خوبی می‌توان‌دید. دفعهٔ بعد که بال مرغی را می‌خورید، سعی کنید زائدهٔ مثلثی[2] را که محل اتصال ماهیچه‌های بال است روی استخوان بازو ببینید. اگر هم مثل نویسندهٔ این کتاب آن‌قدر خوش‌اقبال باشید که بتوانید اسکلت یک شترمرغ را موبه‌مو بررسی کنید، زائدهٔ روی استخوان قوزک[3] را در جلوی استخوان درشت‌نی می‌بینید!



مهم‌ترین ویژگی‌های سه گروه اصلی دایناسورها

در اینجا اسکلت سه نماینده از سه گروه اصلی دایناسورها دیده می‌شوند.

کامپتوسورس[4]، این دایناسور گیاه‌خوار دو پا (→ فصـ. ۱۶) یک اورنی‌تیسکین است

کامار اسورس[5]، این دایناسور گیاه‌خوار گردن‌دراز (→ فصـ. ۲۷) یک سوروپودومورف است.

آلوسورس[6]، این دایناسور گوشت‌خوار (→ فصـ. ۳۵) یک تروپود است.

1- *Eoraptor* 2- Deltoid Process 3- Ascending Process of Astragalus 4- *Camptosaurus* 5- *Camarasaurus* 6- *Allosaurus*



جمجمهٔ ائوراپتور

تا چند ماه پیش از انتشار همین کتاب، ائوراپتور به‌عنوان یکی از ابتدایی‌ترین تروپودها (← فصـ. ۲۹) شناخته‌می‌شد؛ اما امروز می‌دانیم ائوراپتور نه یک تروپود، بلکه یک سوروپودومورف بسیاربسیار ابتدایی است. بینی نسبتاً بزرگ و شکل دندان‌های پیش نشان‌می‌دهد ائوراپتور خویشاوندی نزدیک‌تری با دایناسورهای غول‌پیکر گردن‌دراز (← فصـ. ۲۳) داشته‌است، تا با تروپودهای درنده.

اورنی‌تیسکین‌ها
غزال‌های تندخو

دایناسورها به دو راستهٔ سوریسکین‌ها و اورنی‌تیسکین‌ها تقسیم می‌شوند. سوریسکین‌ها شامل انواع گوشت‌خوار و گیاه‌خوار می‌شدند. با سوریسکین‌ها در فصل‌های آینده آشنامی‌شویم اما اورنی‌تیسکین‌ها همه گیاه‌خوار بودند؛ گرچه شاید برخی از آن‌ها، به‌خصوص انواع ابتدایی و نیز مارجینوسفال‌ها[1] (← فصـ. ۱۸ـ۲۱)، گاهی گوشت شکار هم می‌خورده‌اند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های اورنی‌تیسکین‌ها توانایی جویدن مواد غذایی به‌کمک دندان‌هاست. اغلب تصور می‌شود که تنها پستانداران قادر به جویدن غذا هستند اما درواقع، اورنی‌تیسکین‌ها نیز در روند تکامل، دارای همین ویژگی شدند. جالب‌اینجاست که آن‌ها مانند پستانداران دارای ماهیچه‌های گونه بودند. اورنی‌تیسکین‌های ابتدایی دایناسورهایی کوچک و پشمالو بودند اما از آن‌ها گونه‌های مختلف و متنوعی به‌وجود آمدند؛ از جمله: انواع مختلف دایناسورهای زره‌دار، شاخ‌دار، دونده و دوپا، سنگین‌وزن و چهارپا و انواع بسیار متنوع دایناسورهای نوک‌اردکی.

اورنی‌تیسکین‌ها چه‌ویژگی‌هایی داشتند؟

اورنی‌تیسکین[2] به‌معنای «لگن پرنده‌ای» است. وقتی دانشمندان برای نخستین بار لگن اورنی‌تیسکین‌ها را دیدند، متوجه شدند که درست مثل پرندگان، استخوان شرمگاهی این دایناسورها به عقب برگشته و به‌موازات استخوان تهیگاهی درآمده است؛ بنابراین، اسم آن‌ها را اورنی‌تیسکین گذاشتند. البته درحقیقت، لگن آن‌ها به لگن پرنده‌ها ارتباطی ندارد. پرنده‌ها از تبار سوریسکین‌ها هستند. در میان سوریسکین‌ها نیز چندین گروه مختلف دارای لگن‌هایی مشابه اورنی‌تیسکین‌ها شده‌اند و پرندگان یکی از همین گروه‌ها هستند. مهره‌داران گیاه‌خوار نمی‌توانند بیشتر مواد غذایی موجود در گیاهان را هضم‌کنند. این‌کار را باکتری‌های موجود در دستگاه گوارش برای آن‌ها انجام می‌دهند؛ یعنی، قندهای غول‌پیکر، مثل سلولز، را خرد می‌کنند و به مواد ساده‌تر قابل جذب برای حیوان گیاه‌خوار تبدیل‌می‌کنند. بنابراین، مهره‌داران مختلف گیاه‌خوار در مسیر تکامل به افزایش طول لولهٔ گوارش و درنتیجه، بزرگ‌شدن شکم و در نهایت، بزرگ‌شدن بدن تمایل دارند. این اتفاق دست‌کم در اورنی‌تیسکین‌ها باعث شد که استخوان شرمگاهی به سمت عقب خم‌شود تا در شکم جای بیشتری برای روده‌ها باز شود (← فصـ. ۴۰).

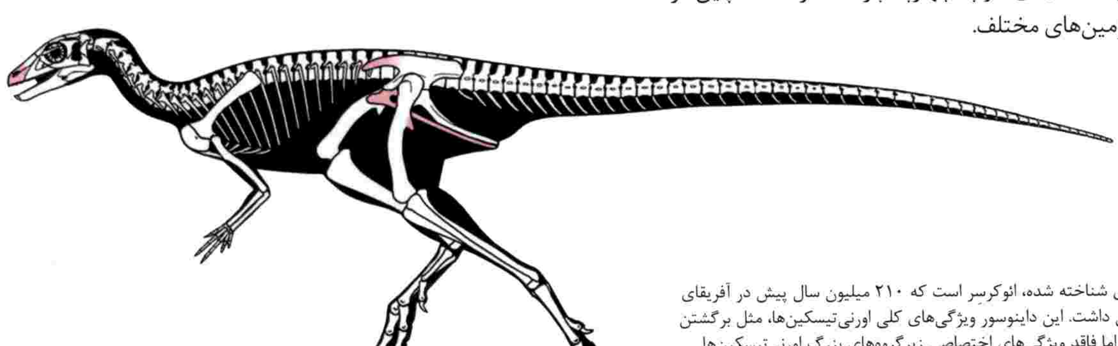
ویژگی مهم دیگر اورنی‌تیسکین‌ها، که باز هم با گیاه‌خواری آن‌ها ارتباط داشت، وجود استخوان کوچکی در قسمت پیشین آروارهٔ پایین این دایناسورها بود. این استخوان که پیش‌دندانی[3] نامیده می‌شود، فاقد دندان بود و برای حمایت از منقار شاخی آن‌ها رشدکرده بود. درحقیقت، اورنی‌تیسکین‌ها نه‌تنها دندان‌های خوبی برای جویدن غذا داشتند بلکه دارای منقاری شبیه منقار پرندگان و لاک‌پشت‌ها از همان جنس شاخی بودند که نوک پوزهٔ آن‌ها را می‌پوشاند. جویدن غذا ویژگی عجیب دیگر این دایناسورهاست: آن‌ها احتمالاً تنها خزندگانی بودند که در ناحیهٔ گونه و صورت ماهیچه‌هایی داشتند و دو طرف دهان آن‌ها بسته بود تا در هنگام جویدن غذا، الیاف گیاهان از گوشهٔ دهانشان بیرون نریزد (درست مثل پستانداران). جالب‌تر اینکه دست‌کم برخی از آن‌ها علاوه بر دندان، سنگدان هم داشتند: گیاه‌خوارانی حرفه‌ای که طی ژوراسیک و مزوزوئیک به همه شکلی درآمدند؛ از جمله: انواع شاخ‌دار، زره‌دار، نوک‌اردکی، کله‌گنبدی، دو پا، چهارپا، چرنده، سرشاخه‌چین در اندازه‌های گوناگون و در سرزمین‌های مختلف.

لسوتوسورس[10]

این جمجمهٔ کوچک ۱۰ سانتی‌متری متعلق به یکی از قدیمی‌ترین دایناسورهای اورنی‌تیسکین به نام لسوتوسورس است. این دایناسورکه ۱۹۰ میلیون سال پیش در جنگل‌های آفریقا می‌زیست، برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های اورنی‌تیسکین‌ها را نشان می‌دهد. دندان های این دایناسور با تاج‌های پهن و لبه‌دار برای گیاه‌خواری تکامل‌یافته‌اند. دو تا از مهم‌ترین ویژگی‌های اورنی‌تیسکین‌ها، که در این تصویر نیز دیده می‌شود، وجود استخوان ابرو[11] روی چشم و استخوان پیش‌دندانی در نوک آروارهٔ پیشین است.







ائوکرسر[4]

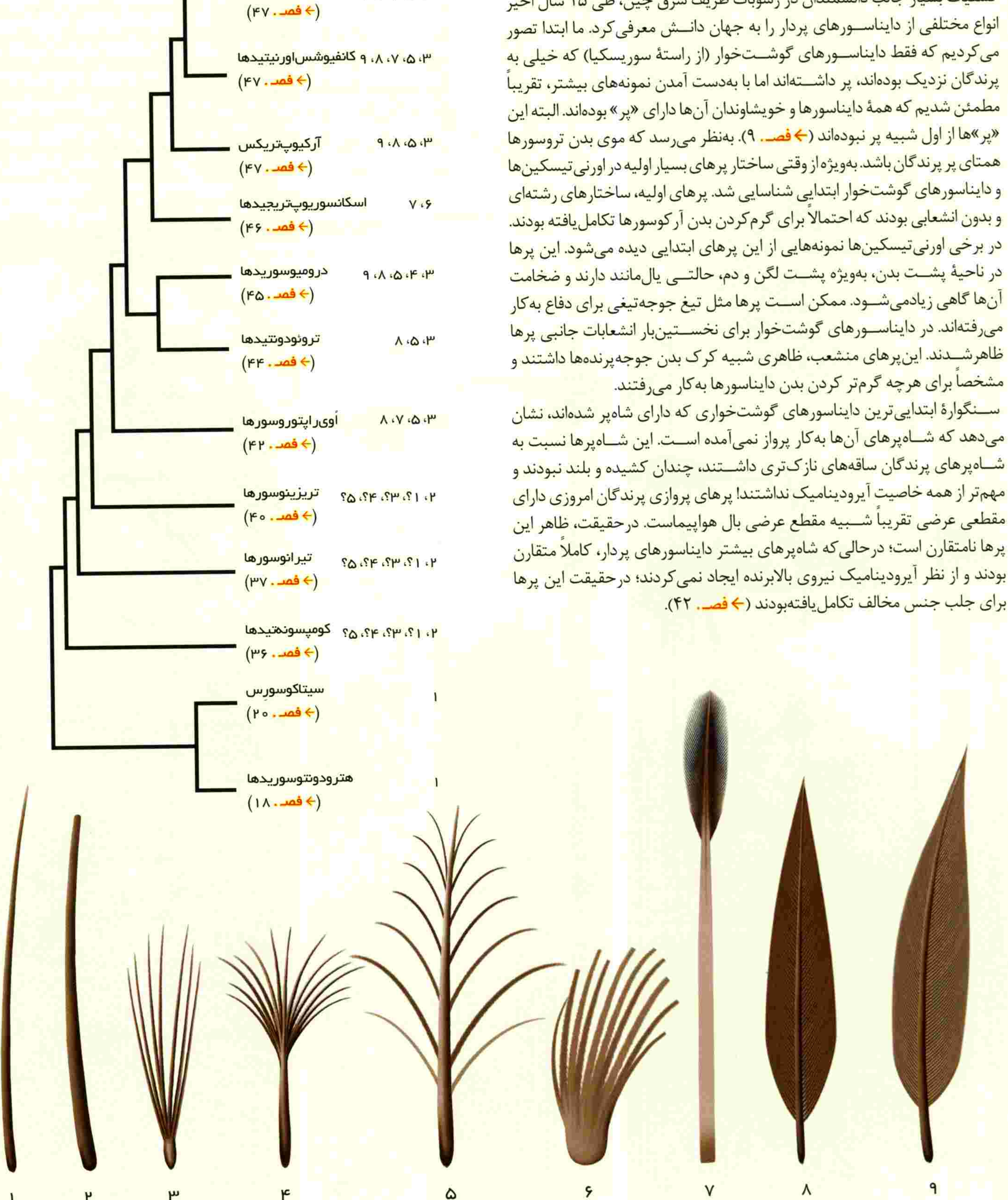
یکی از ابتدایی‌ترین اورنی‌تیسکین‌های شناخته شده، ائوکرسر است که ۲۱۰ میلیون سال پیش در آفریقای جنوبی می‌زیست و تنها یک متر طول داشت. این داینوسور ویژگی‌های کلی اورنی‌تیسکین‌ها، مثل برگشتن استخوان شرمگاهی به‌عقب، را داشته اما فاقد ویژگی‌های اختصاصی زیرگروه‌های بزرگ اورنی‌تیسکین‌ها (اورنیتوپودها[5]، سراتوپس‌ها[6]، پاکی‌سفالوسورها[7]، استیگوسورها[8] و آنکایلوسورها[9]) بوده است.

1- Marginocephalia 2- Ornithischia 3- Predentary 4- *Eocursor* 5- Ornithopoda 6- Ceratopsia 7- Pachycephalosauria 8- Stegosauria 9- Ankylosauria 10- *Lesothosaurus* 11 - Palpebral

تکامل پر در دایناسورها

کشفیات بسیار جالب دانشمندان در رسوبات ظریف شرق چین، طی ۱۵ سال اخیر انواع مختلفی از دایناسورهای پردار را به جهان دانش معرفی کرد. ما ابتدا تصور می‌کردیم که فقط دایناسورهای گوشت‌خوار (از راستهٔ سوریسکیا) که خیلی به پرندگان نزدیک بوده‌اند، پر داشته‌اند اما با به‌دست آمدن نمونه‌های بیشتر، تقریباً مطمئن شدیم که همهٔ دایناسورها و خویشاوندان آن‌ها دارای «پر» بوده‌اند. البته این «پر»ها از اول شبیه پر نبوده‌اند (← فصـ. ۹). به‌نظر می‌رسد که موی بدن تروسورها همتای پر پرندگان باشد. به‌ویژه از وقتی ساختار پرهای بسیار اولیه در اورنی‌تیسکین‌ها و دایناسورهای گوشت‌خوار ابتدایی شناسایی شد. پرهای اولیه، ساختارهای رشته‌ای و بدون انشعابی بودند که احتمالاً برای گرم‌کردن بدن آرکوسورها تکامل‌یافته بودند. در برخی اورنی‌تیسکین‌ها نمونه‌هایی از این پرهای ابتدایی دیده می‌شود. این پرها در ناحیهٔ پشت بدن، به‌ویژه پشت لگن و دم، حالتی یال‌مانند دارند و ضخامت آن‌ها گاهی زیادمی‌شود. ممکن است پرها مثل تیغ جوجه‌تیغی برای دفاع به‌کار می‌رفته‌اند. در دایناسورهای گوشت‌خوار برای نخستین‌بار انشعابات جانبی پرها ظاهرشدند. این پرهای منشعب، ظاهری شبیه کرک بدن جوجه‌پرنده‌ها داشتند و مشخصاً برای هرچه گرم‌تر کردن بدن دایناسورها به‌کار می‌رفتند.

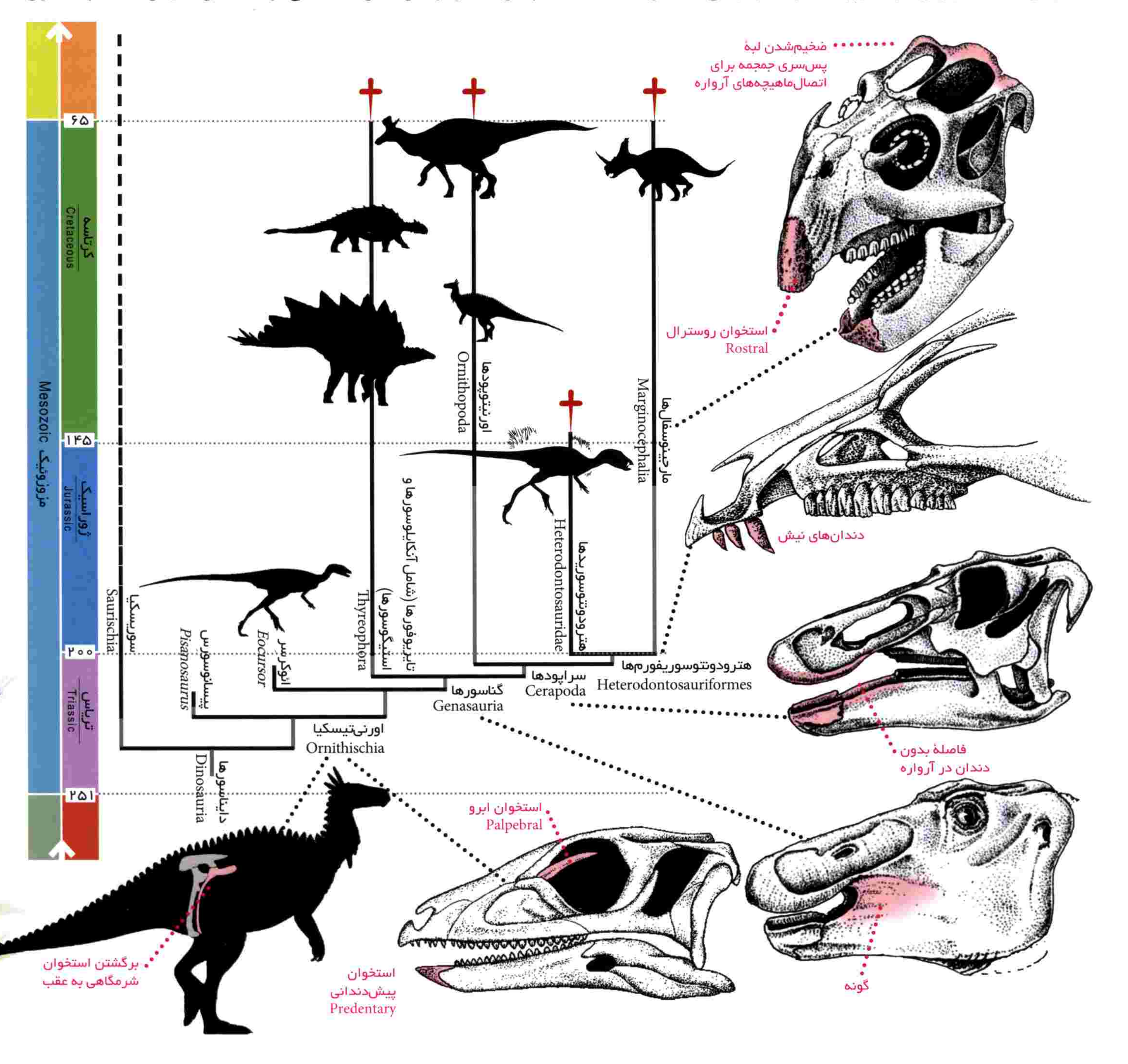
سنگوارهٔ ابتدایی‌ترین دایناسورهای گوشت‌خواری که دارای شاه‌پر شده‌اند، نشان می‌دهد که شاه‌پرهای آن‌ها به‌کار پرواز نمی‌آمده است. این شاه‌پرها نسبت به شاه‌پرهای پرندگان ساقه‌های نازک‌تری داشتند، چندان کشیده و بلند نبودند و مهم‌تر از همه خاصیت آیرودینامیک نداشتند! پرهای پروازی پرندگان امروزی دارای مقطعی عرضی تقریباً شبیه مقطع عرضی بال هواپیماست. درحقیقت، ظاهر این پرها نامتقارن است؛ درحالی‌که شاه‌پرهای بیشتر دایناسورهای پردار، کاملاً متقارن بودند و از نظر آیرودینامیک نیروی بالابرنده ایجاد نمی‌کردند؛ درحقیقت این پرها برای جلب جنس مخالف تکامل‌یافته‌بودند (← فصـ. ۴۲).



تکامل دایناسورهای اورنی‌تیسکین

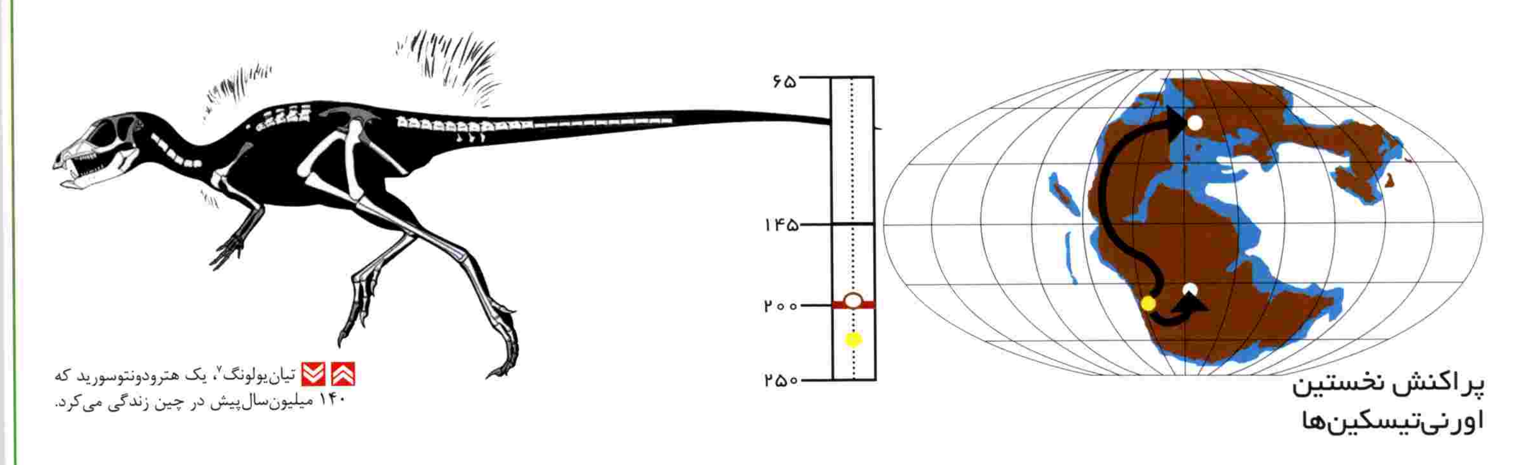
ابتدایی‌ترین اورنی‌تیسکین شناخته‌شده، پیسانوسورس[1] نام دارد که در آمریکای جنوبی زندگی می‌کرده است. بقایای پیسانوسورِس خیلی خردشده‌اند و چیز زیادی از آن‌ها باقی‌نمانده است اما انواع دیگری از اورنی‌تیسکین‌های ابتدایی، مانند ائوکرسِر (از آفریقای جنوبی)، نمونه‌های نسبتاً کامل‌تری هستند و اطلاعات خوبی درمورد نخستین اورنی‌تیسکین‌ها به‌همراه دارند.

بعد از این نمونه‌های ابتدایی، گروه بزرگی از اورنی‌تیسکین‌ها پیدا شدند و اغلب نمونه‌های معروف جزء همین گروه بودند؛ یعنی، گناسورها[2]. این گروه خود به دو تبار تایریوفورها[3] (دایناسورهای زره‌پوش و خاردار)، و سراپودها[4] (دایناسورهای شاخ‌دار، کله‌گنبدی، انواع دوپای دونده و نوک‌اردکی‌های غول‌پیکر) تقسیم می‌شدند. تایریوفورها و سراپودهای اولیه موجوداتی کمابیش شبیه به ائوکرسِر بودند اما گونه‌های ماهیچه‌ای در آن‌ها توسعهٔ بیشتری یافته بودند و از این‌رو، نسبت به اورنی‌تیسکین‌های ابتدایی موفق‌تر بودند. تایریوفورها روی بدنشان خارها و تیغ‌هایی داشتند که شاید برای دفاع در برابر شکارچیان و شاید هم برای نمایش هنگام انتخاب جفت تکامل‌یافته بودند. اغلب تایریوفورها سنگین‌وزن و کاملاً چهارپا شده بودند. سراپودها آخرین و متنوع‌ترین گروه از اورنی‌تیسکین‌ها هستند و نخستین آن‌ها خانوادهٔ هترودونتوسوریدها[5] بوده‌اند. سنگواره‌های این خانواده در آفریقا، آمریکای شمالی و آسیا به‌دست آمده است. یکی از سنگواره‌هایی که اخیراً کشف‌شده است، پرهای بلندی را روی پشت یک هترودونتوسورید نشان می‌دهد. دیگر ویژگی جالب هترودونتوسورها، داشتن دندان‌های نیش بلند در آروارهٔ بالا و پایین است. وجود این دندان‌ها باعث می‌شود که دندان‌بندی آن‌ها شبیه پستانداران



1- *Pisanosaurus* 2- Genasauria 3- Thyreophora 4- Cerapoda 5- Heterodontosauridae 6- Marginocephalia 7- *Tianyulong*

به‌نظربرسد؛ یعنی تفکیک دندان‌های آسـیا، نیش و پیش. این دندان‌های نیش در دایناسـورهای شاخ‌دار و کله‌گنبدی ابتدایی هم که به آن‌ها «مارجینوسفال»[6] یعنی «کلهٔ لبه‌دار» می‌گوییم، دیده می‌شود؛ زیرا در پس جمجمهٔ آن‌ها لبه‌ای استخوانی وجود داشـت که برای اتصال ماهیچه‌های آرواره رشـدیافته بود. به‌نظرمی‌رسد که هترودونتوسوریدها و مارجینوسفال‌ها به‌هم نزدیک‌تر بوده‌اند. مارجینوسفال‌ها تنها در اوراسـیا و آمریکای شمالی زندگی می‌کردند. گروه دیگر سراپودها، دایناسورهای اورنیتوپود هستند. دایناسورهایی با اندازه‌های یک تا ۱۲ متری که می‌توانستند هم روی دوپا بدوند و هم روی چهارپا قدم‌بزنند. آن‌ها در سراسر کرهٔ زمین پراکنده شدند. دایناسورهای نوک‌اردکی یکی از خانواده‌های اورنیتوپود بودند که در کرتاسهٔ بالایی در اوراسیا و آمریکا تکامل یافتند (← فصـ. ۱۷).

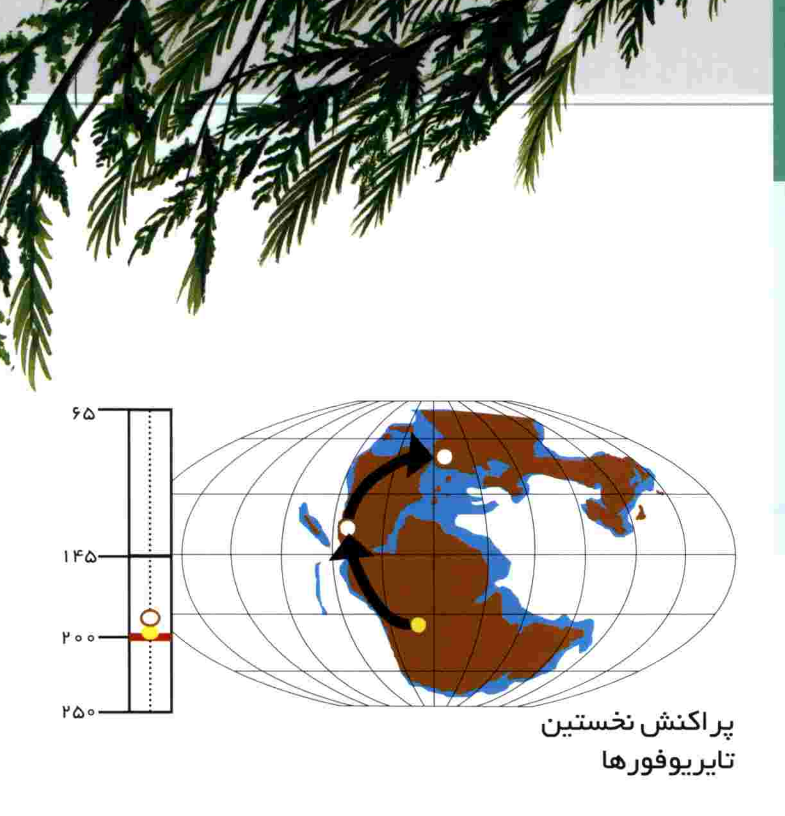


پراکنش نخستین اورنی‌تیسکین‌ها

تیان‌یولونگ[7]، یک هترودونتوسورید که ۱۴۰ میلیون‌سال‌پیش در چین زندگی می‌کرد.

تایریوفورها
اسب‌های جنگجو

تایریوفورها[1]، اورنی‌تیسـکین‌های زره‌پوش بودند؛ گیاه‌خوارانی اغلب چهارپا با شـکم‌های بزرگ و سـرها و مغزهای کوچک. دو گروه مهم تایریوفورها عبارت‌اند از استیگوسورها[2] (← فصـ. ۱۳) و آنکایلوسورها[3] (← فصـ. ۱۴). این هر دو گروه در ژوراسیک ظاهرشدند؛ استیگوسورها در دورهٔ ژوراسـیک گسترش بیشـتری یافتند و در میانهٔ دورهٔ کرتاسه منقرض شدند. آنکایلوسورها در کرتاسهٔ بالایی، به‌ویژه پس از انقراض استیگوسورها، گسترش یافتند. تایریوفورهای ابتدایی چند نمونهٔ کمتر شناخته‌شده هسـتند که از استیگوسـورها و آنکایلوسورها کوچک‌تر بوده‌اند.



پراکنش نخستین تایریوفورها

تکامل تایریوفورها

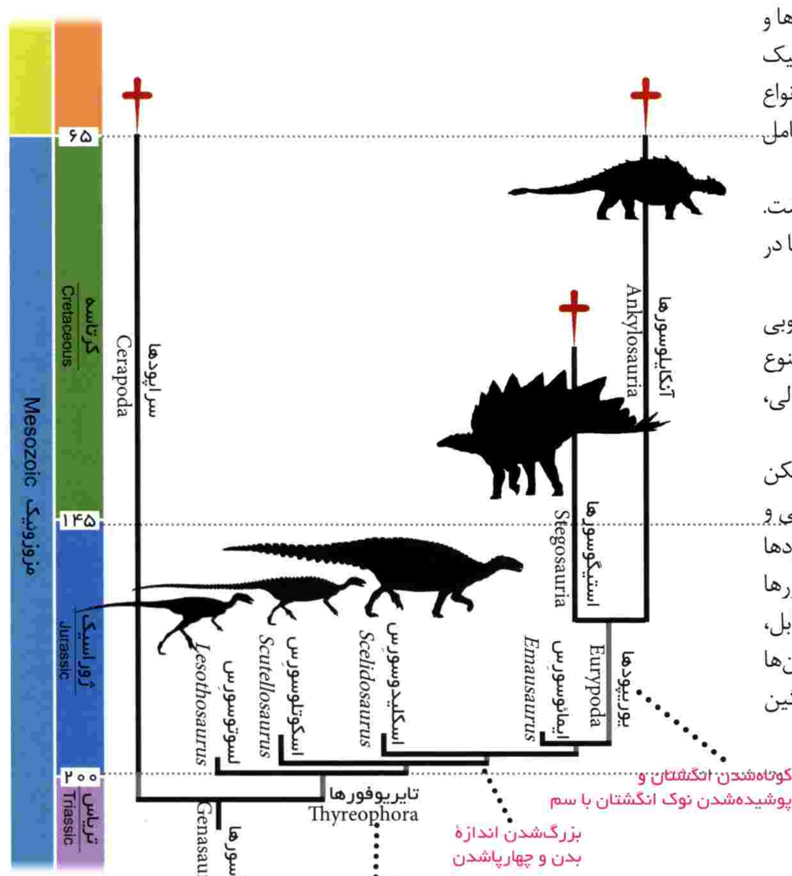
ابتدایی‌ترین تایریوفوری که می‌شناسـیم، لسوتوسـورِس[4] اسـت (← فصـ. ۱۱). به‌جز چند ویژگی استخوان‌شناسـی، لسوتوسورِس مهم‌ترین صفت تایریوفورهای دیگر را نداشت: این ویژگی‌مهم که در تایریوفورهای بعدی، مثل اسکوتلوسورِس[5]، ظاهرمی‌شـود، ردیف‌هایی از استخوان‌های پوستی است که پشت این حیوانات را می‌پوشـاند. در تایریوفورهای بعدی، مثل بسیاری از گروه‌های گیاه‌خوار دیگر، وزن بدن به‌تدریج بیشتر و بیشتر شد و توانایی راه‌رفتن روی دو پای عقب از میان رفت. اسکلیدوسورِس[6] قدیمی‌ترین تایریوفور کاملاً چهارپاست.

زیرگروه پیشـرفته‌تر و بسـیار متنوع تایریوفورها در ژوراسیک بالایی و احتمالاً در نیمکرهٔ شمالی ظاهرشدند. این گروه که یوریپودها نام دارد، دو تبار استیگوسورها و آنکایلوسورها را شامل می‌شود. استیگوسورها طی چند میلیون سال پایان ژوراسیک در آسیا، اروپا، آمریکای شمالی و آفریقا گسترش زیادی یافتند. این جانوران که انواع رنگارنگ و بسـیار متنوع آن‌ها با سپرها، خارها و تیغ‌های بزرگ استخوانی تکامل یافتند، از ۳ تا ۱۰ متر طول داشتند.

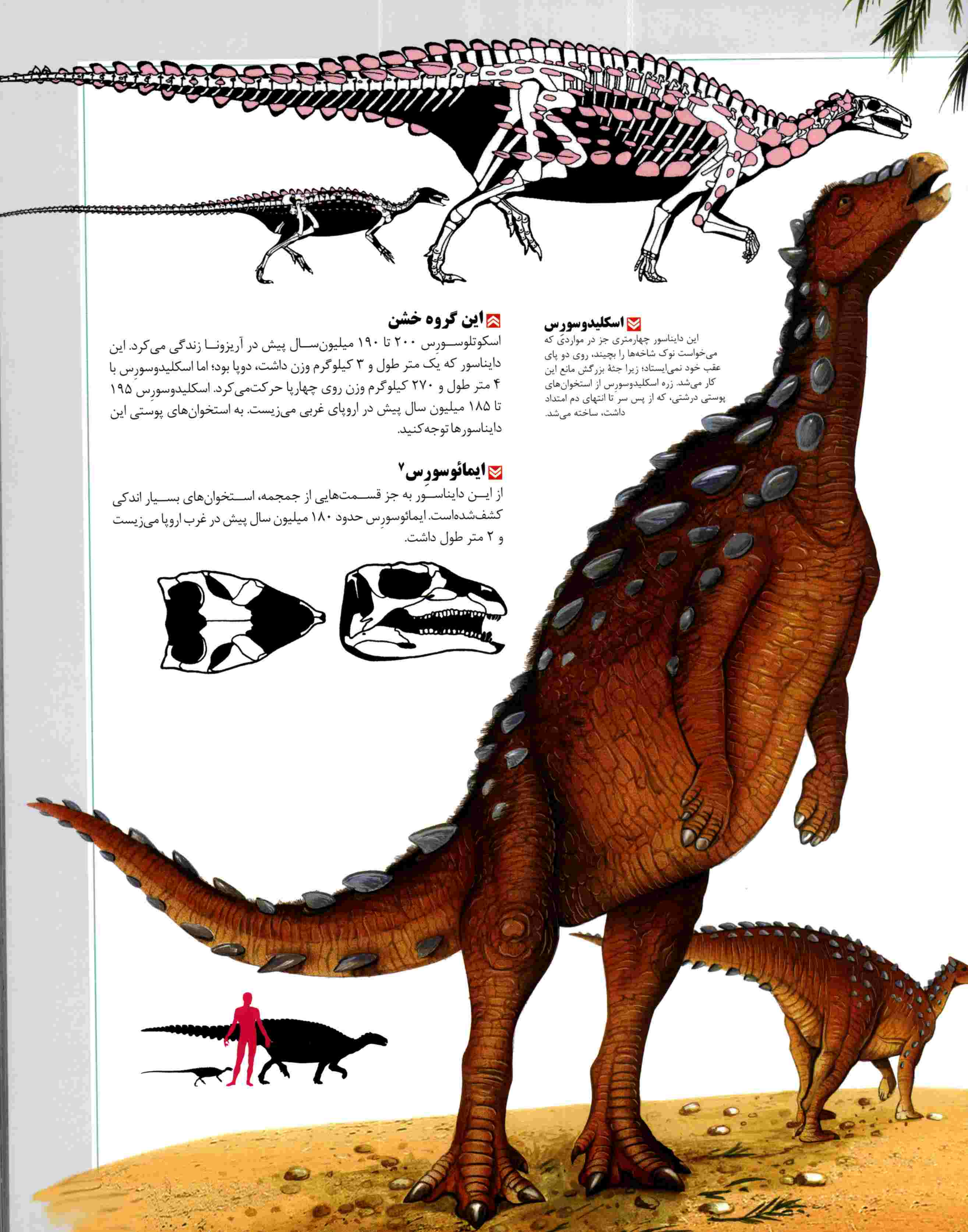
در اوایل دورهٔ کرتاسـه تنوع تایرئوفورها به شـکل مرموزی رو به انقراض گذاشت. آخرین استیگوسور کرهٔ زمین، میلیون‌ها سال پس از انقراض دیگر استیگوسورها در چین زندگی می‌کرد.

آنکایلوسورها نیز از اواخر ژوراسیک در آسیا ظاهرشدند و حتی به قاره‌های جنوبی هم رفتند. یکی از ابتدایی‌ترین آنکایلوسـورها در اسـترالیا زندگی می‌کرد اما تنوع اصلی آن ها در دورهٔ کرتاسـه و در نیمکرهٔ شمالی، به‌ویژه آسیا و آمریکای شمالی، ظاهر شد.

درسـت نمی‌دانیم که دلیل انقراض زودهنگام استیگوسورها چه بوده است. ممکن اسـت ظهور گیاهان گل‌دار در اوایل دورهٔ کرتاسـه موجب تغییر پوشش گیاهی و حذف گیاهان مورد علاقهٔ استیگوسورها شده باشد. تایریوفورها برخلاف سراپودها دندان‌بندی چندان تخصص‌یافته‌ای برای جویدن گیاهان نداشـتند. استیگوسورها تـا حد زیادی بـه خردکردن غذا درون سنگدانشـان وابسـته بودنـد. در مقابل، آنکایلوسـورها دارای لوله‌های گوارش بسیار بلندی بودند؛ به‌طوری که شکم آن‌ها از دو طرف بیرون‌زده بود و لگن‌های بسـیار مستحکمی برای تحمل وزن سنگین بدنشان داشتند.



1- Thyreophora 2- Stegosauria 3- Ankylosauria
4- *Lesothosaurus* 5- *Scutellosaurus*
6- *Scelidosaurus* 7- *Emausaurus*



این گروه خشن

اسکوتلوسورِس ۲۰۰ تا ۱۹۰ میلیون‌سال پیش در آریزونا زندگی می‌کرد. این دایناسور که یک متر طول و ۳ کیلوگرم وزن داشت، دوپا بود؛ اما اسکلیدوسورِس با ۴ متر طول و ۲۷۰ کیلوگرم وزن روی چهارپا حرکت‌می‌کرد. اسکلیدوسورِس ۱۹۵ تا ۱۸۵ میلیون سال پیش در اروپای غربی می‌زیست. به استخوان‌های پوستی این دایناسورها توجه‌کنید.

ایمائوسورِس[۷]

از این دایناسور به جز قسمت‌هایی از جمجمه، استخوان‌های بسیار اندکی کشف‌شده‌است. ایمائوسورِس حدود ۱۸۰ میلیون سال پیش در غرب اروپا می‌زیست و ۲ متر طول داشت.

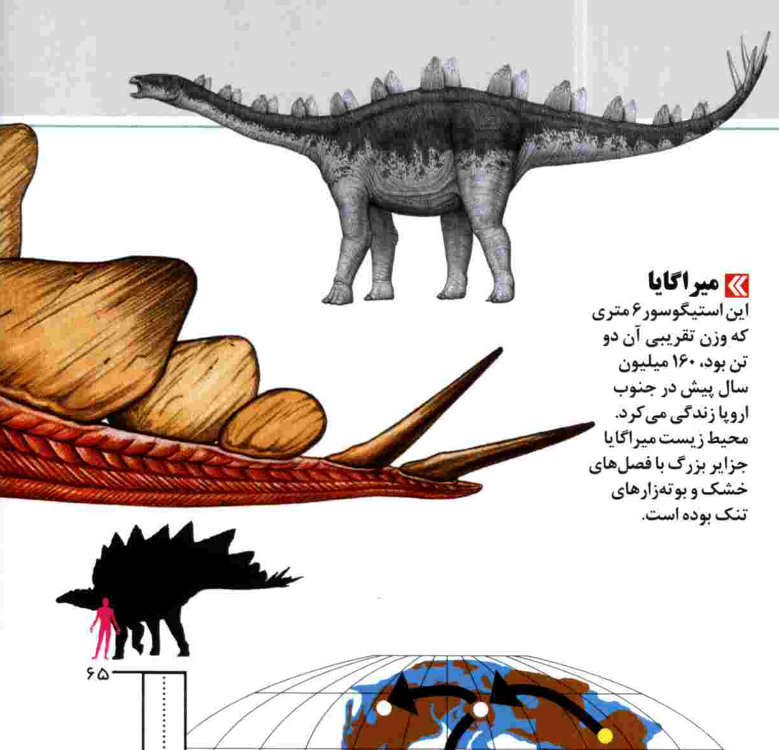
اسکلیدوسورِس

این دایناسور چهارمتری جز در مواردیَ که می‌خواست نوک شاخه‌ها را بچیند، روی دو پای عقب خود نمی‌ایستاد؛ زیرا جثهٔ بزرگش مانع این کار می‌شد. زره اسکلیدوسورِس از استخوان‌های پوستی درشتی، که از پس سر تا انتهای دم امتداد داشت، ساخته می‌شد.

استیگوسورها

تنبل‌های خاردار

استیگوسورها[1] مدت بسیار کوتاهی روی کرهٔ زمین زیستند. زره این تایریوفورها از صفحات و خارهایی استخوانی تشکیل می‌شد که در دو ردیف روی پشت بدنشان روئیده بود. بسیاری از آن‌ها خارهای بسیار بزرگ و بال‌مانندی نیز روی کتف‌هایشان داشتند. این صفحات و خارهای پشتی جز دفاع کردن، به‌درد شناسایی افراد هم‌گونه و نمایش دادن در هنگام انتخاب جفت نیز می‌خورد؛ زیرا شکل آن‌ها در هرگونه، ظاهری تقریباً متفاوت داشت. تخلیهٔ دمای بدن وظیفهٔ دیگر این صفحات بود. استیگوسورها منقاری باریک داشتند که با آن از سرشاخه‌های گیاهان بازدانه تغذیه می‌کردند. آن‌ها چهارپایانی با دست‌هایی نسبتاً کوتاه‌تر از پاهایشان بودند و این باعث کندی حرکت آن‌ها می‌شد؛ گرچه با وجود خارهای به‌آن تیزی، به دویدن نیازی هم نداشتند.



میراگایا
این استیگوسور ۶ متری که وزن تقریبی آن دو تن بود، ۱۶۰ میلیون سال پیش در جنوب اروپا زندگی می‌کرد. محیط زیست میراگایا جزایر بزرگ با فصل‌های خشک و بوته‌زارهای تنک بوده است.

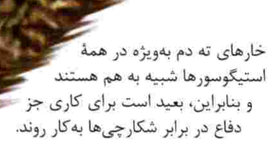
پراکنش استیگوسورها

تکامل استیگوسورها

استیگوسورها در پایان ژوراسیک ظاهر، و در اوایل کرتاسه منقرض شدند. تنها بازماندگان آن‌ها مدت‌ها پس از انقراض استیگوسورهای دیگر در آسیا به‌سرمی‌بردند. تبار استیگوسورهای چینی (توژیانگوسورس[2] و جایگانتسپینوسورس[3]) در پایین‌ترین قسمت درخت تبارزایشی استیگوسورها قرارگرفته است. بنابراین، احتمال اینکه استیگوسورها برای نخستین‌بار در چین ظاهرشده باشند، قوی‌تر می‌شود. هوئایانگوسورس[4] نمونهٔ دیگر و اندکی پیشرفته‌تر است. استیگوسورها به آفریقا نیز رسیدند. کنتروسورس[5]، استیگوسوری کوچک با خارهای بلند روی پشتش در شرق آفریقا زندگی می‌کرد. تباری از استیگوسورها نیز به اروپا رفتند. داسنتروروس[6] و میراگایا[7] هر دو از جنوب اروپا کشف شده‌اند. میراگا، که اخیرا کشف‌شده، به‌ویژه به‌خاطر داشتن بلندترین گردن در میان استیگوسورها نمونهٔ جالبی است. نکتهٔ درخورتوجه اینکه در این دایناسور برخلاف دایناسورهای دیگر، به‌جای کشیده‌شدن طول هر مهره، تعداد مهره‌ها افزایش‌یافته است. این دایناسور ۱۷ مهرهٔ گردنی دارد و تعداد مهره‌های گردن آن، حتی از اغلب سوروپودها (← فصـ. ۲۴_۲۸) هم بیشتر است. آخرین تبار استیگوسورها، شامل خود استیگوسورس[8] و ووئروسورس[9] می‌شد. استیگوسورس بزرگ‌ترین نمونه از استیگوسورها بود که با ۹ متر طول در آمریکای شمالی می‌زیست. ووئروسورس احتمالاً آخرین استیگوسور روی زمین بود که در چین زندگی می‌کرد. خارهای ووئروسورس برخلاف استیگوسورهای دیگر کوتاه و پهن بودند. در استیگوسورس این‌خارها، به‌جز خارهای انتهای دم، کاملاً صفحه‌مانند و بلند و پهن‌اند. در بقیهٔ استیگوسورها نیز ظاهر خارها تفاوت دارد. برای مثال کنتروسورس دارای خارهای بلندتر و نازک‌تری است.

آیا استیگوسورها دارای مغز دوم بودند؟

در کتاب‌های قدیمی از مغز دوم استیگوسورها زیاد صحبت‌شده‌است! مغز استیگوسورها خیلی بزرگ نبود. درحقیقت، مغز حیوانات گیاه‌خوار (به‌جز برخی اورنیتوپودها: ← فصـ. ۱۵) نیاز چندانی به بزرگ‌شدن ندارد (← فصـ. ۴۴) اما کوچک بودن مغز استیگوسورها از یک‌سو و بزرگ بودن فضای داخل مجرای عبور نخاع از درون مهره‌های لگن از سوی دیگر، باعث شکل‌گیری این تصور شده بود که مغز دومی درون لگن استیگوسورها تکامل‌یافته است اما این فضا درحقیقت جایی برای قرارگیری نورون‌های عصبی نبوده است. در پرندگان (نزدیک‌ترین خویشاوندان زندهٔ استیگوسورها) نیز همین فضای داخلی وجود دارد و البته نقش مغز دوم را بازی‌نمی‌کند! البته کارکرد این بخش برای دانشمندان چندان مشخص‌نشده است اما مسلماً نقش عصبی ندارد؛ چون جنس آن با بافت عصبی متفاوت است.



خارهای ته دم به‌ویژه در همهٔ استیگوسورها شبیه به هم هستند و بنابراین، بعید است برای کاری جز دفاع در برابر شکارچی‌ها به‌کار روند.

جایگانتسپینوسورس
با ۵ متر طول و ۷۰۰ کیلوگرم وزن، ۱۶۰ میلیون‌سال پیش در جنگل‌های انبوه چین زندگی می‌کرد. ویژگی جالب این استیگوسور، خار بزرگ و بال‌مانند روی کتف آن است.

1-Stegosauria 2-*Tuojiangosaurus* 3-*Gigantspinosaurus* 4-*Huayangosaurus* 5-*Kentrosaurus* 6-*Dacentrurus* 7-*Miragaia*
8-*Stegosaurus* 9-*Wuerhosaurus*



استیگوسورِس

بزرگ‌ترین عضو گروه استیگوسورها، خود استیگوسورِس بود که با ۷ تا ۹ متر طول و ۳/۵ تن وزن یکی از بزرگ‌ترین گیاه‌خواران آمریکای شمالی به‌شمار می‌رفت. محیط زندگی استیگوسورِس جنگل‌های اطراف رودها و دشت‌های سیلابی با فصول خشک و مرطوب بوده است.

خارها و صفحه‌های استیگوسورها به‌چه‌دردی می‌خورد؟

در مورد این خارها نظریات زیادی وجود دارد. اولین تصور ما این است که کاربرد آن‌ها برای دفاع بوده است. اما خارهای پشت گردن تا کمر در استیگوسورهای مختلف حالت‌های متفاوتی پیدا کرده‌اند. تصور دانشمندان در مورد چنین ساختارهایی که در یک خانواده مشترک‌اند اما در هر گونه ظاهری متفاوت‌یافته‌اند، این است که انتخاب جنسی باعث این تنوع شده است. انتخاب جنسی یعنی انتخاب بهترین و زیباترین نر گله توسط ماده‌ها برای تولیدمثل. به‌علاوه، صفات دخیل در انتخاب جنسی باعث تشخیص دادن افراد گونهٔ خودی از گونه‌های دیگر می‌شود. نمونهٔ امروزی چنین صفاتی شاخ گوزن است که برای مبارزه میان نرها بر سر جفت کاربرد دارد. مطالعهٔ بافت صفحات پشت استیگوسورس نشان می‌دهد که رگ‌های خونی زیادی روی سطح استخوان وجود داشته که احتمالاً در زمان به‌هیجان آمدن این دایناسور پرخون می‌شده‌اند و رنگ سرخ خود را پیش چشم رقیب، شکارچی یا جفت احتمالی، به‌نمایش می‌گذاشته‌اند.

آنکایلوسورها
زره‌های زنده

آنکایلوسـورها[1] تایریوفورهایی با زره‌هایی بسیار کامل‌تر از استیگوسـورها بودند. در برخی از آن‌ها حتی پلک‌های چشـم نیز استخوانی شده بود! آنکایلوسورها شامل انواعی کوچک و یکی دو متری تا انواعی بسیار غول‌پیکر می‌شدند که از دورهٔ ژوراسیک تا آخرین روزهای دورهٔ کرتاسه در همهٔ قاره‌های دنیا پراکنده بودند. دندان‌بندی آن‌ها چندان مناسب جویدن نبود اما شاید به لطف زره‌های قدرتمندشان، نسبت به استیگوسورها موفقیت بیشتری یافتند. به‌نظر می‌رسد که برخلاف استیگوسورها و دایناسورهای شاخ‌دار، مورد استفادهٔ اصلی زره‌های سنگین و دم‌های گرزمانند آن‌ها برای دفاع بوده است.

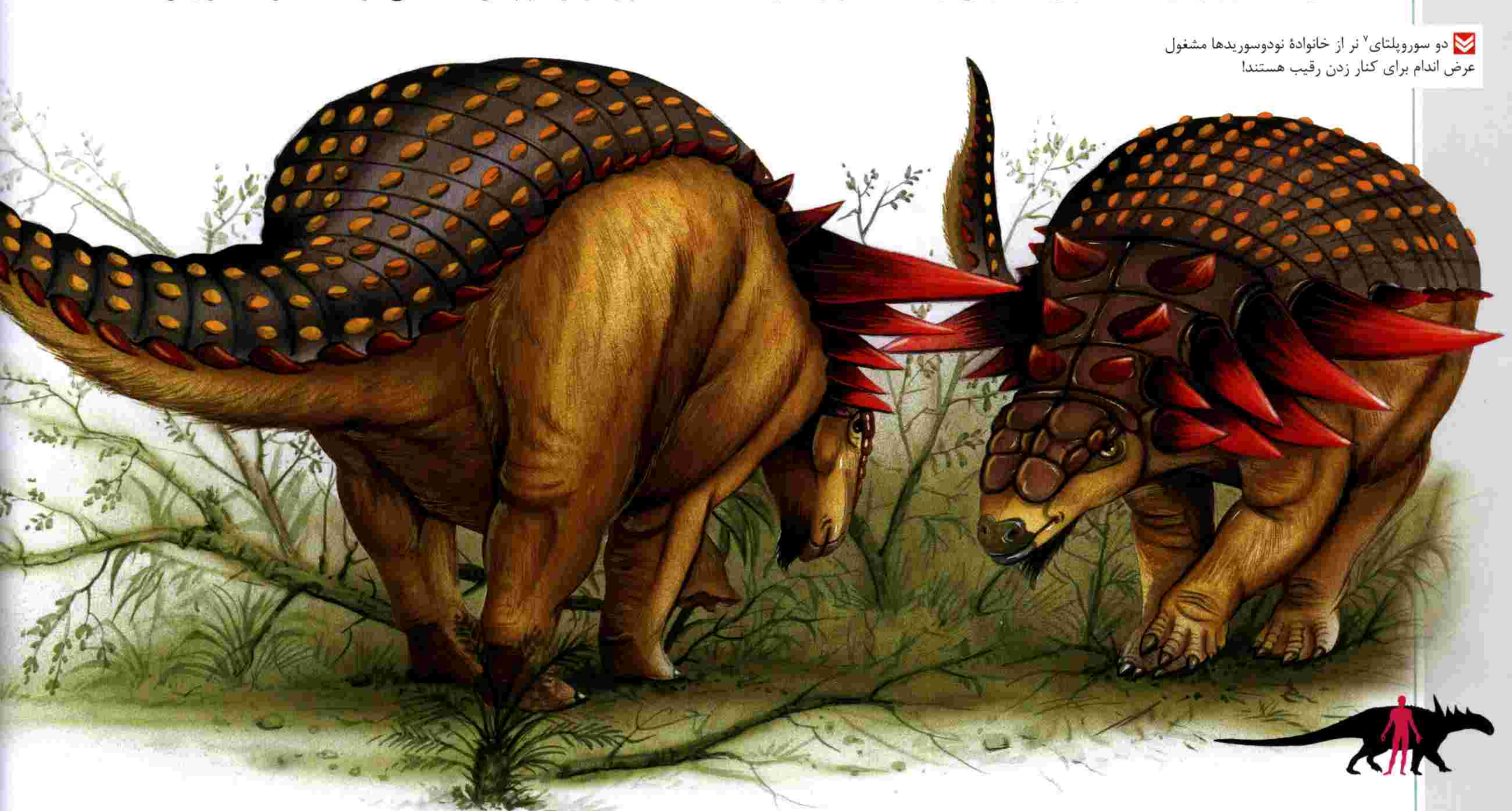
تکامل و تنوع آنکایلوسورها

آنکایلوسـورها هم‌زمان با استیگوسـورها، در ژوراسـیک میانی ظاهر شدند. برخلاف تایریوفورهای دیگر، پوشـش زرهی بدن آنکایلوسـورها تقریباً تمام پشت حیوان را می‌پوشاند. آنکایلوسورها چهارپا بودند و بدنی سنگین داشتند. حتی مفصل لگن و ران که در همهٔ دایناسورها باز بود، برای تحمل وزن زیاد آنکایلوسورها، مجدداً بسته شده بود. برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های آنکایلوسورها متصل‌شدن استخوان‌های پوستی به جمجمه، وجود حلقه‌هایی از استخوان‌های پوستی دور گردن و شانه‌ها، استخوان‌های پوستی بسیار ضخیم برای حفاظت بدن، و عریض‌شدن شکم و لگن آن‌هاست.

تیان‌چیاسورِس[2] یکی از ابتدایی‌ترین آنکایلوسورهای شناخته شده است. آثار به‌دست آمده از تیان‌چیاسورِس بسیار ناقص و خردشده‌اند اما به‌هرحال وجود این آنکایلوسور در چین نشان می‌دهد که احتمالاً آنکایلوسورها نیز مانند استیگوسورها برای نخستین بار در آسیا ظاهرشده‌اند. نمونهٔ بهتری که از آنکایلوسورهای ابتدایی می‌شناسیم، مین‌می[3] نام دارد. مین‌می در کرتاسـهٔ پایینی در اسـترالیا زندگی می‌کرد. بقیهٔ آنکایلوسورها در سـه خانوادهٔ بزرگ رده‌بندی می‌شـدند. از این میان، مسیر تکامل نودوسوریدها[4] احتمالاً زودتر از دو خانوادهٔ دیگر آنکایلوسـورها جدا شـد؛ زیرا شباهت‌های میان دو خانوادهٔ دیگر، یعنی پولاکانتیدها[5] و آنکایلوسوریدها[6]، بیشتر است. با وجود این اثر قابل اطمینانی از نودوسوریدها در دورهٔ ژوراسیک و اوایل دورهٔ کرتاسه نمی‌شناسیم. پاهای نودوسوریدها از دیگر آنکایلوسورها اندکی بلندتر است. آن‌ها از سرشاخه‌های کم‌ارتفاع تغذیه می‌کرده و در زمان مواجهه با خطر، روی شکم می‌خوابیده‌اند. بدین‌ترتیب و با وجود شـکم‌های عریض، راهی برای برگرداندنشان به پشت نیز وجود نداشته است. خارها و صفحه‌های بزرگ پشتی و سر زره‌پوش نودوسوریدها به جانوران دیگر اجازهٔ آسیب‌رسـاندن به این دایناسورها را نمی‌داده است. نودوسوریدها در اروپا و آمریکای شمالی زندگی می‌کرده‌اند و تنها یک نمونه از آن‌ها در آسیا کشف شده است.

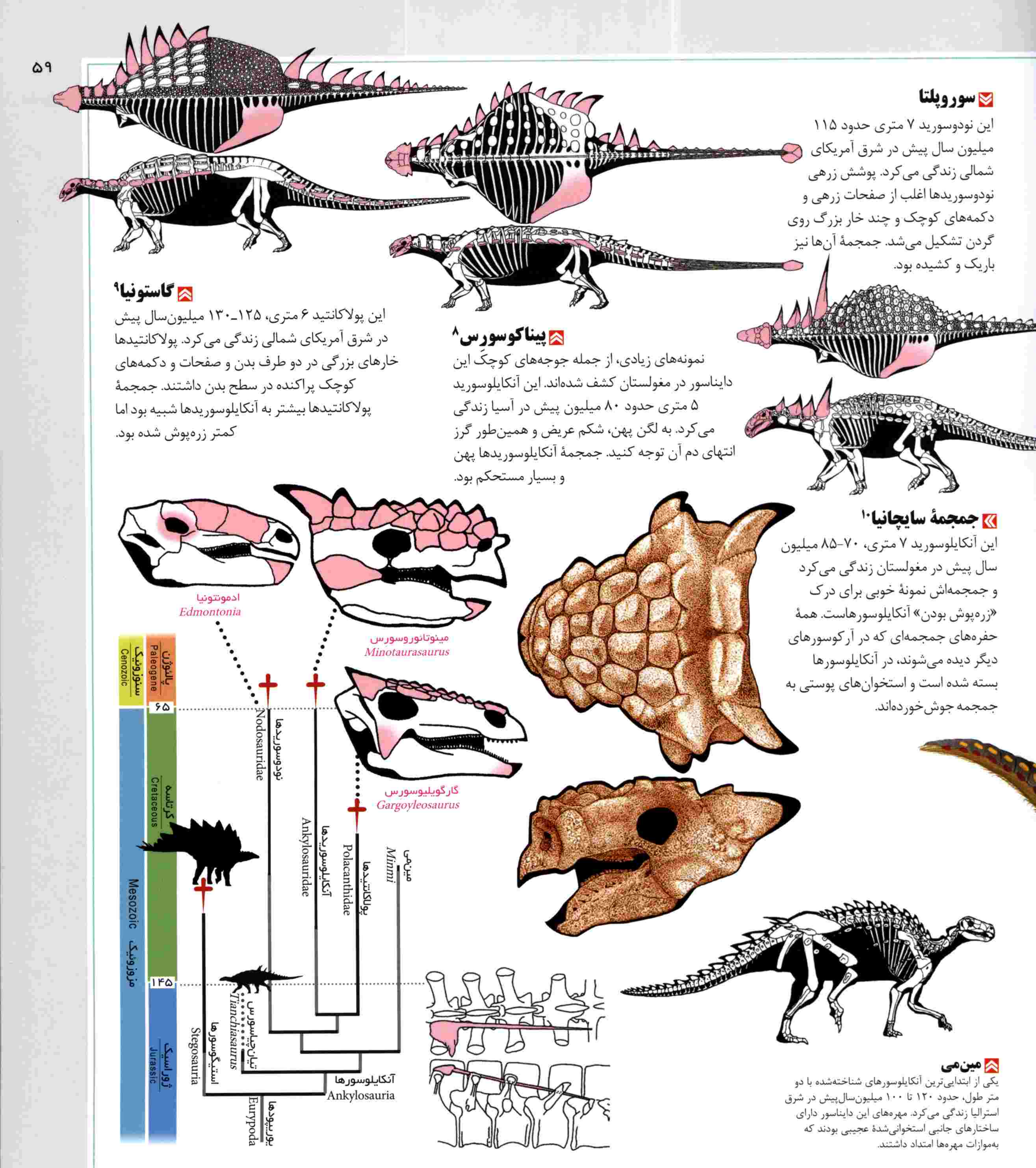
دو خانوادهٔ دیگر شـباهت‌های بیشـتری به هم دارند؛ مثلاً پاهای آن‌ها کوتاه‌تر شده است. گاهی پولاکانتیدها را به‌عنوان زیرخانواده‌ای از آنکایلوسوریدها رده‌بندی می‌کنند. زره آن‌ها با خارهای بزرگ جانبی شـبیه به نودوسوریدهاسـت، اما سرهای آن‌ها به آنکایلوسوریدها شباهت دارد. هم آنکایلوسوریدها و هم پولاکانتیدها دارای شاخ‌های کوچکی در پس سر و دوطرف گونه‌ها بوده‌اند. قدیمی‌ترین پولاکانتیدها از ژوراسیک بالایی شناسایی شده‌اند و در اروپا و آمریکای شمالی پراکنده شدند، اما در اواسط دورهٔ کرتاسـه تنوع آن‌ها رو به افول نهاد و سرانجام در همان زمان منقرض شدند. آخرین خانوادهٔ آنکایلوسـورها نیز خانوادهٔ آنکایلوسوریدهاست. آنکایلوسوریدها در آمریکای شمالی و آسـیا پراکنده بودند. چنین الگوی پراکنشـی برای برخی گروه‌های دیگر دایناسورها نیز دیده می‌شود (← فصـ. ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۳۷ و ۳۲).

مهم‌ترین ویژگی‌های آنکایلوسـوریدها عبارت‌اند از مجـاری پیچیدهٔ داخل بینی و سینوس‌های جمجمه، و نیز دم گرزمانند آن‌ها. به‌علاوه پاهای آنکایلوسوریدها برخلاف دیگر آنکایلوسورها، دارای تنها سه انگشت بود. در آنکایلوسوریدها اثری از تیغ‌های بلند نیست، زیرا با وجود دم چماق‌مانند، کسی جرئت ایجاد مزاحمت برای آن‌ها نداشت.



دو سوروپلتای[7] نر از خانوادهٔ نودوسوریدها مشغول عرض اندام برای کنار زدن رقیب هستند!

1- Ankylosauria 2- *Tianchiasaurus* 3- *Minmi* 4- Nodosauridae 5- Polacanthidae 6- Ankylosauridae 7- *Sauropelta*



سوروپلتا

این نودوسورید ۷ متری حدود ۱۱۵ میلیون سال پیش در شرق آمریکای شمالی زندگی می‌کرد. پوشش زرهی نودوسوریدها اغلب از صفحات زرهی و دکمه‌های کوچک و چند خار بزرگ روی گردن تشکیل می‌شد. جمجمهٔ آن‌ها نیز باریک و کشیده بود.

گاستونیا[9]

این پولاکانتید ۶ متری، ۱۲۵_۱۳۰ میلیون‌سال پیش در شرق آمریکای شمالی زندگی می‌کرد. پولاکانتیدها خارهای بزرگی در دو طرف بدن و صفحات و دکمه‌های کوچک پراکنده در سطح بدن داشتند. جمجمهٔ پولاکانتیدها بیشتر به آنکایلوسوریدها شبیه بود اما کمتر زره‌پوش شده بود.

پیناکوسورس[8]

نمونه‌های زیادی، از جمله جوجه‌های کوچکِ این دایناسور در مغولستان کشف شده‌اند. این آنکایلوسورید ۵ متری حدود ۸۰ میلیون پیش در آسیا زندگی می‌کرد. به لگن پهن، شکم عریض و همین‌طور گرز انتهای دم آن توجه کنید. جمجمهٔ آنکایلوسوریدها پهن و بسیار مستحکم بود.

جمجمهٔ سایچانیا[10]

این آنکایلوسورید ۷ متری، ۷۰-۸۵ میلیون سال پیش در مغولستان زندگی می‌کرد و جمجمه‌اش نمونهٔ خوبی برای درک «زره‌پوش بودن» آنکایلوسورهاست. همهٔ حفره‌های جمجمه‌ای که در آرکوسورهای دیگر دیده می‌شوند، در آنکایلوسورها بسته شده است و استخوان‌های پوستی به جمجمه جوش‌خورده‌اند.

مین‌می

یکی از ابتدایی‌ترین آنکایلوسورهای شناخته‌شده با دو متر طول، حدود ۱۲۰ تا ۱۰۰ میلیون‌سال‌پیش در شرق استرالیا زندگی می‌کرد. مهره‌های این دایناسور دارای ساختارهای جانبی استخوانی‌شدهٔ عجیبی بودند که به‌موازات مهره‌ها امتداد داشتند.

8 - *Pinacosaurus* 9- *Gastonia* 10- *Saichania*



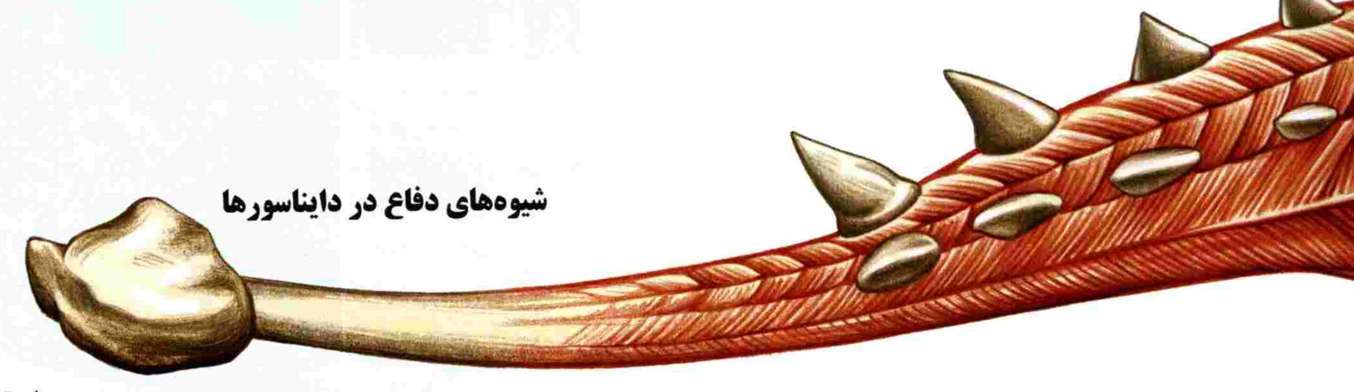
دندان‌های آنکایلوسورها

دندان‌های آنکایلوسورها، مثل دیگر تایریوفورها (← فصـ. ۱۲-۱۳)، نسبتاً ضعیف‌تر از اورنی‌تیسکین‌های دیگر بودند. شاید شکم‌های بزرگ این دایناسورها برای جبران جویدن ناقص گیاهان تکامل‌یافته‌باشد.

ماهیچه‌های بدن یوپلوسفالوس[1]

پاهای کوتاه آنکایلوسوریدها برای دویدن مناسب‌نبودند. البته آنکایلوسورها به دویدن نیازی هم نداشتند. قدرت ماهیچه‌های آن‌ها برای حمل زره استخوانی سنگینی که از آن‌ها به‌خوبی محافظت می‌کرد، کافی بود. شاید قوی‌ترین ماهیچه‌ها در دم آن‌ها قرار داشت که به گرزی خردکننده تبدیل شده بود. این گرز به‌راحتی می‌توانست استخوان‌های پای غول‌پیکرترین مزاحمان را هم خردکند. یوپلوسفالوس با ۵ متر طول، حدود ۷۰ میلیون‌سال‌پیش در غرب آمریکای شمالی زندگی می‌کرد.

1- *Euoplocephalus*



شیوه‌های دفاع در دایناسورها

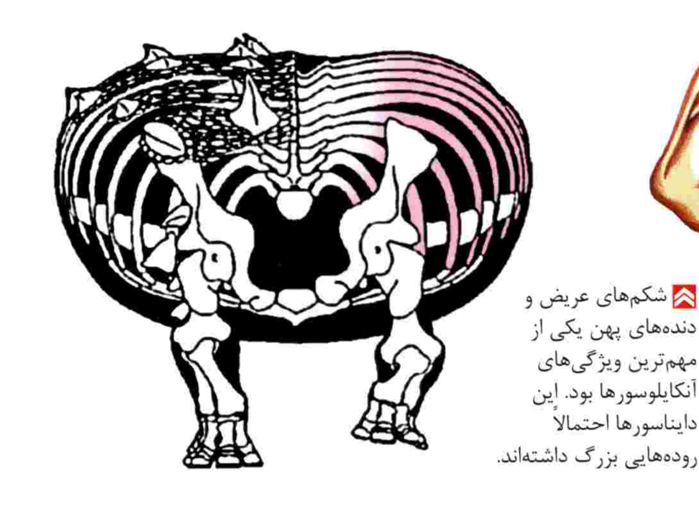
بیشتر چیزهایی که به‌عنوان ساختارهای «دفاعی» در مهره‌داران، به‌ویژه دایناسورها و پستانداران، می‌شناسیم، به‌هیچ‌وجه برای دفاع تکامل نیافته‌اند (← فصـ. ۲۱).

دفاع در دایناسورها به دو گونهٔ فعال و غیرفعال دیده می‌شود. چنگ‌زدن و دندان‌کشیدن گوشت‌خوارانی مثل گربه یا شاخ‌زدن در کرگدن‌ها دفاع فعال، و خارهای جوجه‌تیغی دفاع غیرفعال شناخته می‌شود. دفاع به وسیلهٔ استخوان‌های پوستی در تایریوفورهای ابتدایی نیز نمونه‌ای از دفاع غیرفعال است؛ درحالی که خارهای انتهای دم استیگوسورها نمونهٔ بسیار خوبی از دفاع فعال به‌حساب می‌آید.

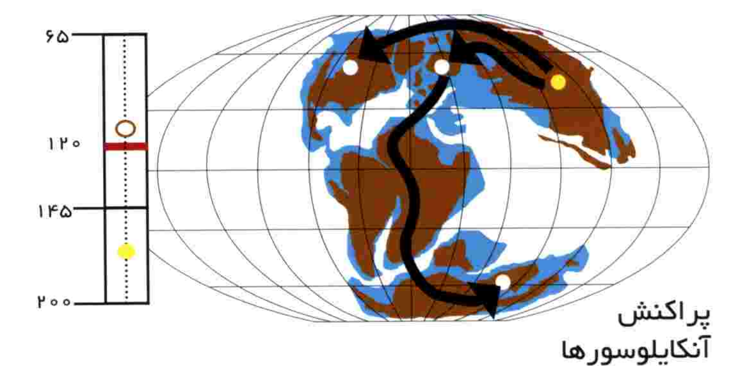
آنکایلوسوریدها برای دفاع فعال شیوه‌ای ابداع‌کرده بودند که لرزه به اندام هر حیوانی می‌افکند.

ساختار دم در آنکایلوسوریدها به‌گونه‌ای تکامل‌یافته بود که بیشترین ضربه را به حیوان مهاجم وارد می‌کرد. قسمت ابتدای دم شامل مهره‌هایی متحرک با زوائد جانبی عریض بودند که به ماهیچه‌های بسیار پرقدرتی متصل می‌شدند اما مهره‌های انتهایی دم زوائد جانبی کشیده‌ای به سمت مهره‌های پیشین داشتند و این امر باعث استحکام و کوبندگی دم می‌شد. انتهای دم نیز از دو دسته استخوان‌های پوستی بزرگ و گوی‌مانند پوشیده شده بود که قدرت و موفقیت ضربات دم را دوچندان می‌کرد. بافت اسفنجی استخوان‌های ته دم نشان می‌دهد که واقعاً از آن برای ضربه‌زدن استفاده می‌شده است. ضربهٔ دم آنکایلوسوریدها درست مثل ضربهٔ یک گرز سنگین بوده است.

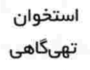
آخرین نکته‌ای که ممکن است هنوز در ذهن برخی زیست‌شناسان وجود داشته باشد، در مورد این احتمال است که کوبیدن ضربه با دم به تنهٔ درختان، شاید بخشی از مراسم جفت‌یابی و رقابت بر سر جفت در میان این دایناسورها بوده است. به‌نظر شما، آیا برای بررسی درستی یا نادرستی این فرض راهی وجود دارد؟

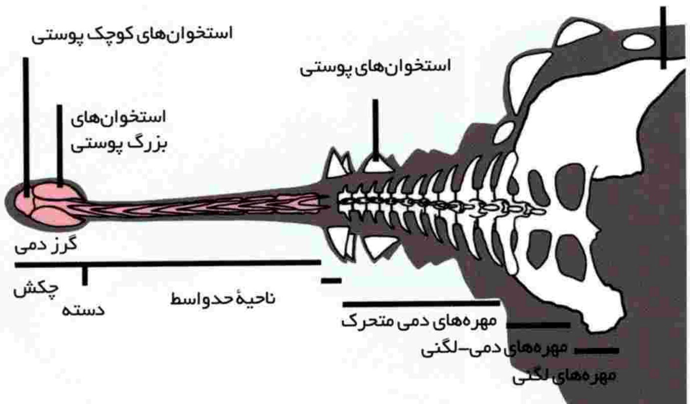


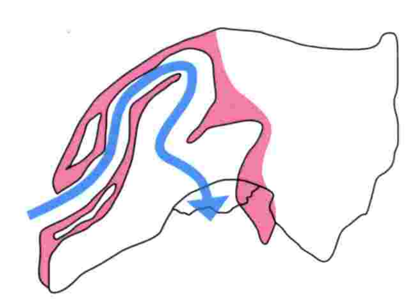
شکم‌های عریض و دنده‌های پهن یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های آنکایلوسورها بود. این دایناسورها احتمالاً روده‌هایی بزرگ داشته‌اند.



پراکنش آنکایلوسورها







مجرای پیچیدهٔ هوا در بینی آنکایلوسوریدها؛ حس بویایی این دایناسورها بسیار قوی بود.

اورنیتوپودها
گاوهای دوپا

اورنیتوپودها[1] یکی از مهم‌ترین گروه‌های گیاه‌خواران ژوراسیک بالایی و کرتاسه بودند. ظاهر نخستین اورنیتوپودها شبیه به اورنی‌تیسکین‌های اولیه بود: دوندگان یکی دو متری و تیزپا، اما اندک‌اندک جثهٔ آن‌ها بزرگ و بزرگ‌تر شد و ظاهری درشت‌تر و زمخت‌تر پیدا کردند. در این فصل به نخستین اورنیتوپودها نگاهی می‌اندازیم و در دو فصل آینده نیز به سراغ اورنیتوپودهای پیشرفته‌تر می‌رویم.

اورنیتوپودها در تاریخ دایناسورشناسی

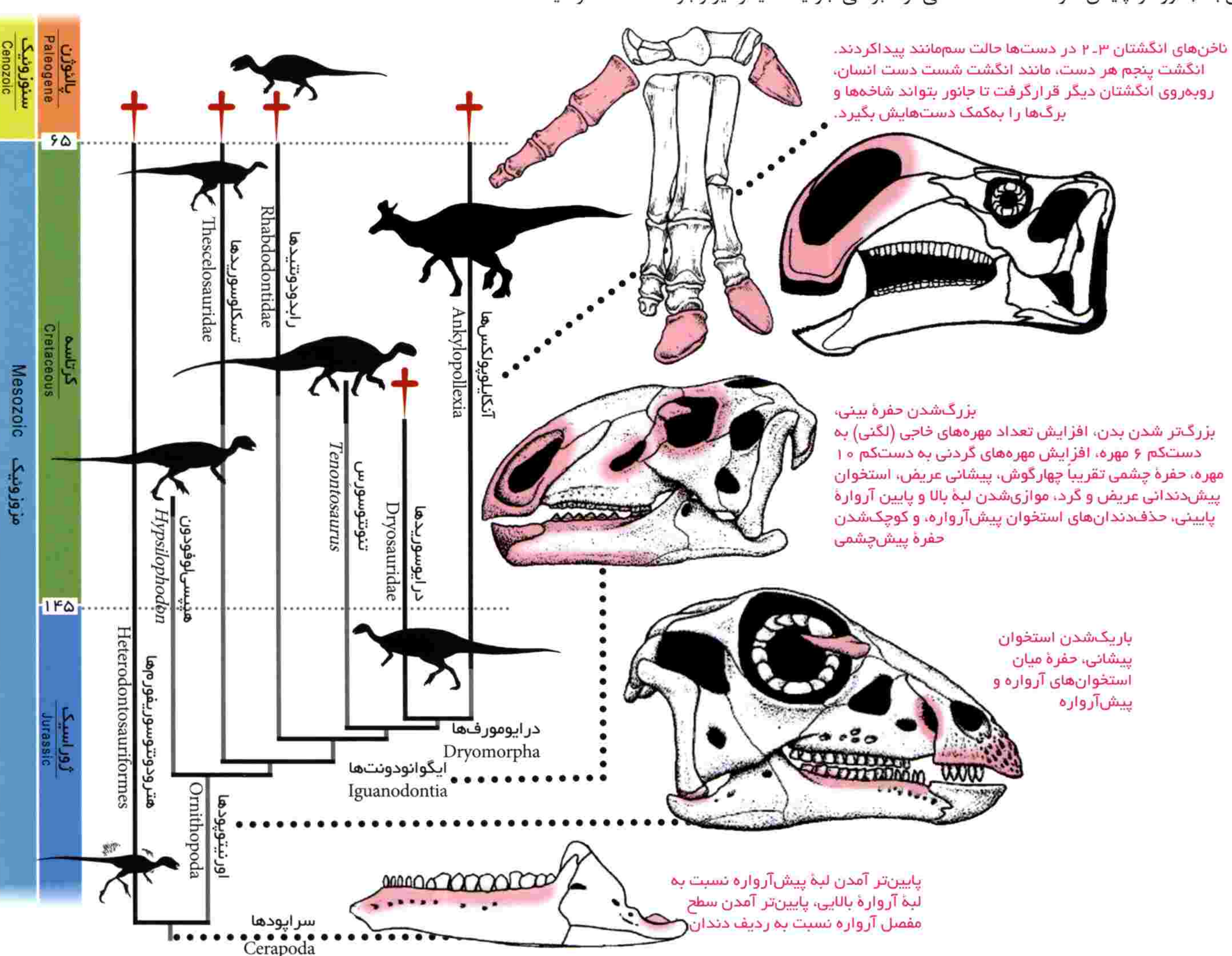
اورنیتوپـود، یعنی «پـا پرنده‌ای»! این نـام علمی هم، مثل اورنی‌تیسـکین (لگن پرنده‌ای)، در زمانی گذاشـته شـده که هنوز اطلاعات زیادی در مورد دایناسـورها موجود نبوده است. با شناسایی بهتر و بیشتر دایناسورها، دیدیم که پاهای این گروه از دایناسـورها اتفاقاً به پستانداران شبیه‌تر است تا به پرندگان اما نام‌های علمی را به‌هیچ‌وجه نمی‌توان تغییـر داد. بنابراین، نام اورنیتوپودها، جدا از معنای آن، برای همیشه یادآور دایناسورهایی‌ست که به غزال‌ها، گاوها، بزها و شترهای امروزی بسیار شبیه بودند: البته بیشتر از لحاظ بوم‌شناسی و شیوهٔ زندگی.

ویژگی‌های جمجمهٔ اورنیتوپودها

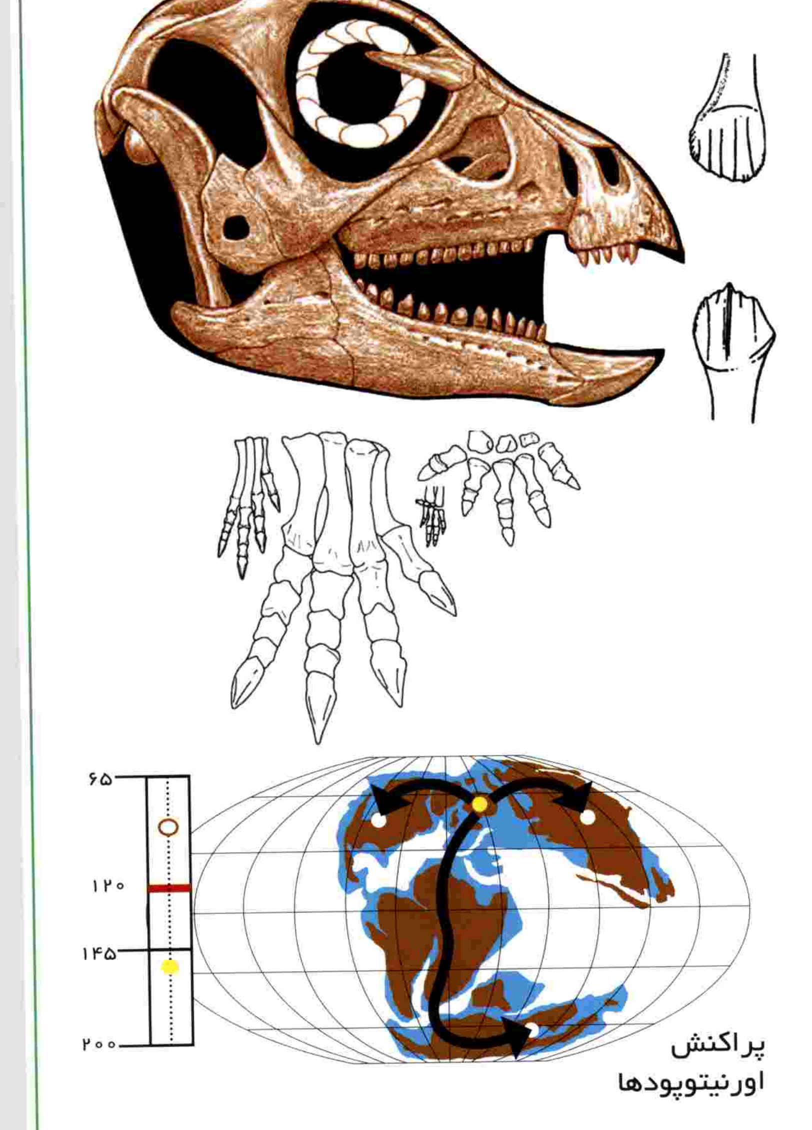
در سـراپودها[2] (اورنیتوپودها و هترودونتوسـوریفورم‌ها[3]؛ ← فصـ. ۱۸)، لبهٔ پایینی اسـتخوان پیش‌آرواره اندکی پایین‌تر از لبهٔ اسـتخوان آرواره قرارگرفته است. این ویژگی به جانور در چیدن سرشاخه‌ها کمک می‌کرد. برخی جزئیات دیگر نیز وجود دارند که اورنیتوپودها را از هترودونتوسـوریفورم‌ها نیز جدا می‌کنند. مهم‌ترین ویژگی‌ها، پیدایش یک مفصل متحرک میان اسـتخوان آروارهٔ بالا و استخوان گونه است؛ به‌طوری‌که در هنگام جویدن غذا، آروارهٔ بالایی اندکی به‌دوطرف باز می‌شود و برای آروارهٔ پایینی جا بازمی‌کند تا سطح دندان‌های آروارهٔ پایینی، به سطح داخلی دندان‌های بالایی سابیده شود (← فصـ. ۱۷).

تکامل اورنیتوپودها

از اورنیتوپودهای ابتدایی، مانند هیپسی‌لوفودون[4]، تا پیشرفته‌ترین نمونه‌ها، یعنی نوک‌اردکی‌ها (← فصـ. ۱۷)، سیری تکاملی به سمت بزرگ‌شدن بدن، کشیده‌شدن و قوی‌شدن جمجمه، و قوی‌شدن دست‌ها برای تحمل وزن بدن وجود دارد. اگر به درخت تکاملی این فصل و مطالب دو فصل آینده نگاه کنید، بهتر متوجه این روند خواهید شد.



1- Ornithopoda 2- Cerapoda 3- Heterodontosauriformes 4- *Hypsilophodon* 5- *Tenontosaurus* 6- *Muttaburrasaurus.* 7- *Leaellynasaura*



جمجمه و دندان‌های هیپسی‌لوفودون

استخوان پیش‌دندانی در قسمت پیشین آروارهٔ پایین و منقار شاخی، که هم روی این استخوان و هم جلوی آروارهٔ بالا را می‌پوشاند، برای چیدن برگ‌ها مناسب بودند. دندان‌های این دایناسور نیز برای خردکردن موادگیاهی تکامل‌یافته بودند؛ به این ترتیب که مینای دندان تنها در یک سمت وجود داشت و بنابراین، فرسایش موجب خوردەشدن یک سمت دندان بیش از طرف دیگر می‌شد و بنابراین دندان همیشه تیز و لبه‌دار باقی می‌ماند. به هیپسی‌لوفودون غزال دنیای دایناسورها می‌گویند. هیپسی‌لوفودون ۱۳۰ـ۱۲۵ میلیون‌سال پیش در غرب اروپا زندگی می‌کرد.

دست‌ها و پاهای هیپسی‌لوفودون و تنونتوسورِس[۵]

در این تصویر چهار دست و پا می‌بینید؛ دوتای بزرگ‌تر دست و پای تنونتوسورِس، و دو تای کوچک‌تر دست‌وپای هیپسی‌لوفودون هستند. پاها چهار انگشت و دست‌ها پنج انگشت دارند.

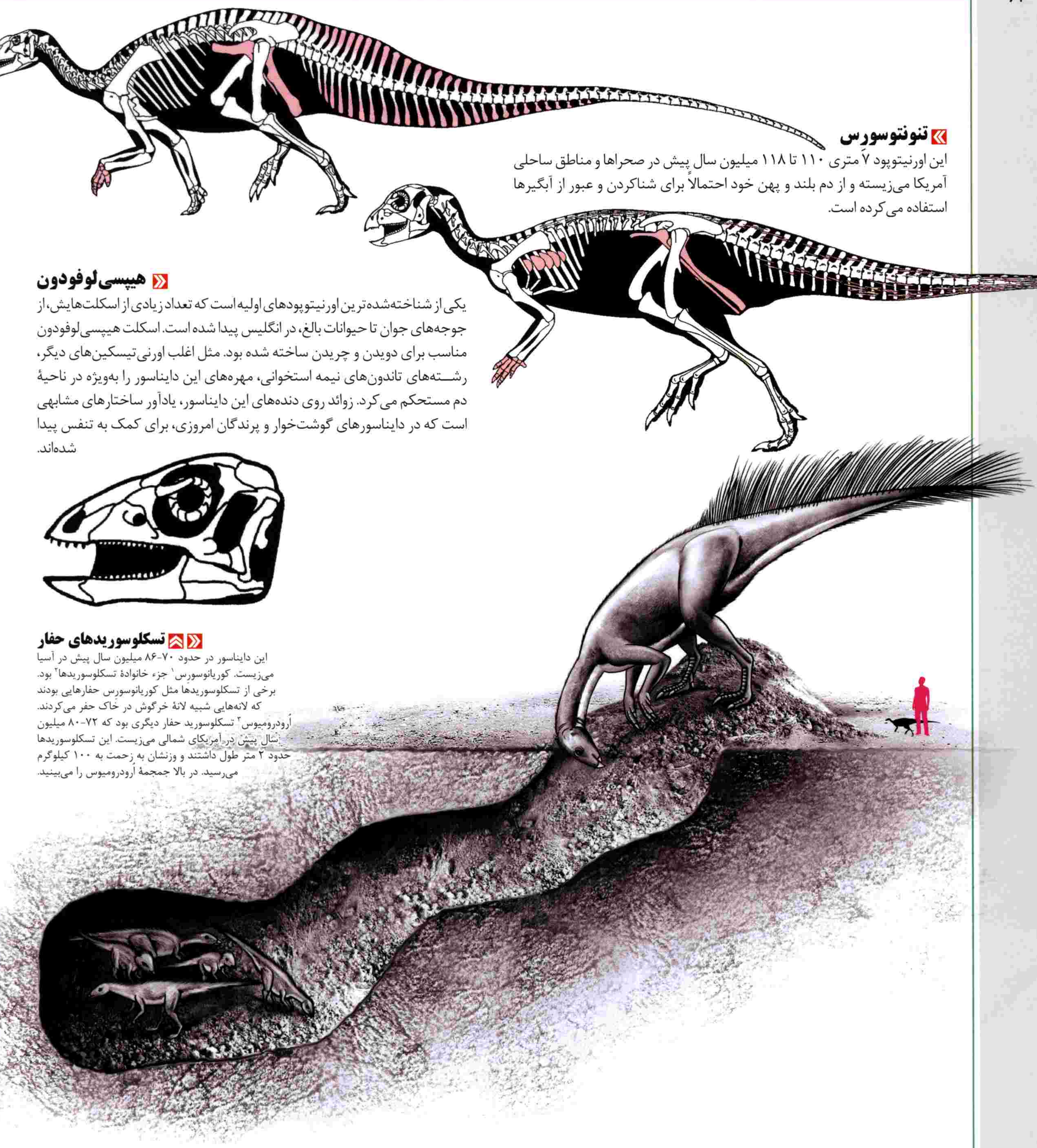
هر چهار انگشت در پاها به سمت جلو بودند و وزن حیوان را تحمل می‌کردند. پای باریک و نازک هیپسی‌لوفودون برای دویدن مناسب بوده است. دست کوچک هیپسی‌لوفودون هم برای حرکت در روی زمین ساخته‌نشده بود اما برعکس پای تنونتوسورِس پهن و بزرگ بود و برای تحمل وزن زیاد این دایناسور تکامل‌یافته بود. دست تنونتوسورِس نیز گرچه سم نداشت، برای راه‌رفتن روی چهار دست‌وپا مناسب شده بود.

موتابوراسورِس[۶] و لیلیناسورا[۷]

این دو اورنیتوپود استرالیایی تقریباً ۱۱۲ـ۱۰۰ میلیون سال پیش در استرالیا زندگی می‌کردند. موتابوراسورِس، مثل تنونتوسورِس، جزء ایگوانودونت‌ها بود: جثهٔ بزرگ ۹ متری و سنگین و بینی بزرگش که برای ماغ‌کشیدن به‌کار می‌رفت، به‌راحتی جایگاه تکاملی او را مشخص می‌کنند.

لیلیناسورا، اورنیتوپودی کوچک (۹۰ سانتی‌متر) با دمی بسیار بلندبود. چشم‌ها و بخش بینایی مغز این دایناسور بسیار بزرگ بود و همین ویژگی، نشان‌دهندهٔ قدرت بینایی این دایناسور است (← فصـ. ۴۴). در آن زمان، استرالیا در نزدیکی مدار قطبی جنوب، شب‌های طولانی و احتمالا زمستان‌های بسیار سردی داشته است. لیلیناسورا در این زمستان‌ها بیشتر می‌خوابید و با دم بلند و سنجاب‌مانندش خود را گرم‌نگه‌می‌داشت.





تنونتوسورس

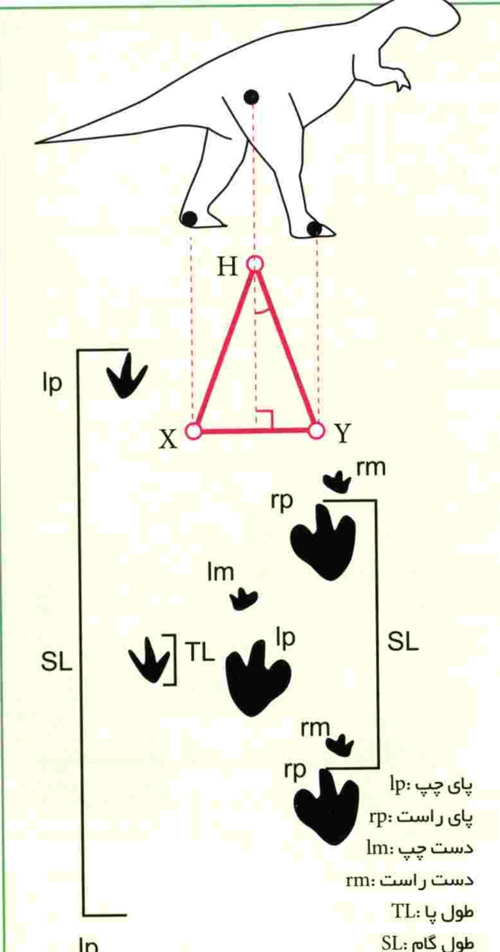
این اورنیتوپود ۷ متری ۱۱۰ تا ۱۱۸ میلیون سال پیش در صحراها و مناطق ساحلی آمریکا می‌زیسته و از دم بلند و پهن خود احتمالاً برای شناکردن و عبور از آبگیرها استفاده می‌کرده است.

هیپسی‌لوفودون

یکی از شناخته‌شده‌ترین اورنیتوپودهای اولیه است که تعداد زیادی از اسکلت‌هایش، از جوجه‌های جوان تا حیوانات بالغ، در انگلیس پیدا شده است. اسکلت هیپسی‌لوفودون مناسب برای دویدن و چریدن ساخته شده بود. مثل اغلب اورنی‌تیسکین‌های دیگر، رشته‌های تاندون‌های نیمه استخوانی، مهره‌های این دایناسور را به‌ویژه در ناحیهٔ دم مستحکم می‌کرد. زوائد روی دنده‌های این دایناسور، یادآور ساختارهای مشابهی است که در دایناسورهای گوشت‌خوار و پرندگان امروزی، برای کمک به تنفس پیدا شده‌اند.

تسکلوسوریدهای حفار

این دایناسور در حدود ۷۰-۸۶ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. کوریانوسورِس[1] جزء خانوادهٔ تسکلوسوریدها[2] بود. برخی از تسکلوسوریدها مثل کوریانوسورِس حفارهایی بودند که لانه‌هایی شبیه لانهٔ خرگوش در خاک حفر می‌کردند. اُرودرومیوس[3] تسکلوسورید حفار دیگری بود که ۷۲-۸۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. این تسکلوسوریدها حدود ۲ متر طول داشتند و وزنشان به زحمت به ۱۰۰ کیلوگرم می‌رسید. در بالا جمجمهٔ اُرودرومیوس را می‌بینید.



ردپای دو نمونه دایناسور: سمت چپ یک دایناسور گوشتخوار و سمت راست یک اورنیتوپود.

چگونه از روی ردپاهای دایناسورها، می‌توانیم سرعت دویدن آن‌ها را تخمین بزنیم؟

با مشـاهده و اندازه‌گیری سـرعت گام‌برداشتن و بررسی نسبت طول گام و ارتفاع پا در پستانداران و پرندگان امروزی، می‌توان به‌طور تخمینی، رابطهٔ سرعت دایناسورها و ردپاهای بازمانده از آن‌ها را به‌دست آورد. خوشبختانه این بررسی سال‌ها پیش انجام شده و بیوفیزیک‌دان ـ جانورشناسی به نام رابرت مک‌نیل الکساندر[4] محاسبات این تخمین را برای ما ساده‌کرده است. ما برای محاسبهٔ سرعت حرکت یک دایناسور، در زمانی که مشغول به‌جاگذاشتن یک ردپا بوده است، به دو عدد احتیاج داریم: ارتفاع پا (از زمین تا مفصل لگن) و طول گام. برای به‌دست آوردن ارتفاع پا دو شیوه وجود دارد. ۱) شیوهٔ هندسی: یک دایناسور فرضی را که تنها ردپای او برای ما باقی‌مانده است، در نظر می‌گیریم. فاصلهٔ میان دو جای پا، معادل فاصلهٔ دو نقطهٔ X و Y است و H برابر ارتفاع لگن از زمین. معمولاً در مورد هر ردپا میزان H را باید با توجه به آثار پاها تخمین زد. بنابراین، اغلب به سـراغ راه دوم می‌روند. ۲) راه دوم خیلی سـاده (بر اساس مشاهدات قبلی و تعمیم نتایج آن‌ها) ارتفاع پا را از چهار برابرکردن طول اثر یک پا (TL) به‌دسـت‌می‌آورد. به‌دست‌آوردن طول گام نیز به سادگی آب‌خوردن است! کافی است از نوک ناخن اثر پای چپ (یا راست) تا نوک ناخن اثر بعدی همان پا را اندازه‌گیری کنیم تا طول گام (SL) به‌دست‌آید. اگر طول گام را (SL) به ارتفاع پا (H=TL×۴) تقسیم کنیم، «طول نسبی گام» (RSL) به‌دست می‌آید. بر اساس طول نسبی گام می‌توان به سرعت بدون بُعد دست‌یافت. سرعت بدون بعد، نشان‌دهندهٔ سرعت نسبی یک جانور نسبت به اندازهٔ بدنش است؛ مثلاً سرعت دویدن یک موش بسیار کمتر از یک پسـتاندار بزرگ‌تر، مثل اسب، است اما در حقیقت، سرعت بدون بعد آن‌ها با هم برابر است. برای به‌دست آوردن سرعت نسبی، از این فرمول استفاده می‌کنیم:

$$DS = (RSL - ۱) \div ۱/۱$$

به‌عبارت دیگر:

$$RSL = ۱/۱ \times DS + ۱$$

با محاسبهٔ RSL و داشتن ارتفاع پا می‌توان به سرعت واقعی حیوان پی‌برد:

$$\text{سرعت} = \sqrt{(\text{طول پا} \times \text{شتاب جاذبه})} \times DS$$

در این جا شتاب جاذبهٔ زمین برابر ۹/۸ متر بر مجذور ثانیه محاسبه‌شده است. سرعتی که طبق این فرمول به‌دست می‌آید، دارای واحد متر بر ثانیه است. کافی است این عدد را در ۳/۶ ضرب کنید تا سرعت با واحد کیلومتر در ساعت به‌دست آید. کل این محاسبات را می‌توان در چنین فرمولی خلاصه کرد:

$$\text{سرعت} = ۰/۲۵ \times \sqrt{\text{شتاب جاذبه}} \times [\text{طول گام}]^{۱/۶۷} \times [\text{ارتفاع پا}]^{-۱/۱۷}$$

توجه‌کنیـد کـه ۱. ردپـای دایناسـورها فقط بازگوکنندهٔ سـرعت آن‌هـا در هنگام به‌جاگذاشتن ردپاها است و ۲. ممکن است بیشینهٔ سـرعت آن دایناسور خیلی بیشتر باشد. نکتهٔ بعدی این است که دایناسورهای غول‌پیکـری مثـل تیرانوسـورِس احتمالاً توانایـی دویـدن نداشـته‌اند (به‌دلیل وزن بسـیار زیاد!) و مثل فیل‌هـا، در زمانی که به سـرعت نیاز داشته‌اند، خیلی سریع «راه می‌رفته‌اند».

سرعت محاسبه‌شدهٔ چند نمونه از دایناسورها

اورنیتومایمیدها (← فصـ. ۳۸) تا ۶۰ کیلومتر در ساعت هم سرعت‌می‌گرفتند

دایناسورهای گوشتخوار کوچک (← فصـ. ۳۹-۴۵) و اورنیتوپودهای کوچک (← فصـ. ۱۵) با سرعت ۴۰ کیلومتر در ساعت می‌دویدند

سوروپودهای غول‌پیکر (← فصـ. ۲۵-۲۸) با سرعت ۱۲-۱۷ کیلومتر در ساعت راه‌می‌رفتند و می‌توانستند با همین قدم‌زدن تا سرعت ۲۰-۳۰ کیلومتر هم سرعت‌بگیرند

دایناسورهای شاخ‌دار (← فصـ. ۲۱) تا ۲۵ کیلومتر در ساعت چهارنعل می‌تاختند

دایناسورهای گوشتخوار بزرگ و اورنیتوپودهای بزرگ با سرعت ۲۰ کیلومتر در ساعت راه‌می‌رفتند (نمی‌دویدند)

سرعت استگوسورها و آنکایلوسورها (← فصـ. ۱۳ و ۱۴) ۶-۸ کیلومتر در ساعت بود

سوروپودومورف‌های کوچک (← فصـ. ۲۳) با سرعت ۵ کیلومتر در ساعت حرکت‌می‌کردند

مرز سرعت دویدن انسان حدود ۲۳ کیلومتر در ساعت است

1- *Koreanosaurus* 2- Thescelosauridae 3- *Orodromeus* 4- Robert McNiell Alexander





آنکایلوپولکس‌ها
شترهای جنگلی

آنکایلوپولکس‌ها[1] اورنیتوپودهای نسبتاً بزرگی بودند که نخستین بار در آمریکای شمالی و اروپا ظاهرشدند و سپس در بقیهٔ نقاط دنیا پراکنده شدند. دست‌های آن‌ها مثل چاقوهای سوییسی به اندام‌هایی همه‌کاره تبدیل شده بود: انگشت پنجم که معمولاً در مهره‌داران، کوچک و جانبی است، در این اورنیتوپودها در مقابل دیگر انگشتان قرارگرفته بود و مثل انگشت شست انسان عمل می‌کرد. آنکایلوپولکس‌ها از این انگشت برای کندن شاخ و برگ درختان استفاده می‌کردند. انگشت‌های دوم تا پنجم دارای سم شده بود؛ زیرا این حیوانات اغلب روی چهارپا راه‌می‌رفتند. انگشت نخست هم به ناخن خارمانند بزرگ و ثابتی مجهز بود که از آن برای دفاع، جنگیدن با شکارچی‌ها یا کندن شاخ‌وبرگ‌ها استفاده می‌شد. آنکایلوپولکس‌ها گیاه‌خواران بسیار موفقی بودند. گروهی از آن‌ها، که دارای دهان و منقارهای پهن و دستانی بدون انگشت نخست خارمانند بودند در کرتاسهٔ بالایی ظاهر شدند. این اورنیتوپودها، متنوع‌ترین خانوادهٔ دایناسورها ـ البته به استثنای پرندگان! ـ یعنی دایناسورهای نوک اردکی بودند که در فصل آینده با آن‌ها آشنا می‌شویم.

دست‌هایی به سبک چاقوهای سوییسی!

در آنکایلوپولکس‌ها، انگشت نخست دست (انگشت شست) به مرور یک‌تکه و بزرگ شد و ناخنی بزرگ روی آن رشدکرد. انگشتان دوم و سوم و چهارم دارای سُم شدند که برای تحمل وزن‌بدن هنگام راه‌رفتن روی چهارپا تکامل‌یافته بود. انگشت پنجم (انگشت کوچک) هم نقش انگشت شست در انسان را به‌عهده گرفت؛ یعنی، روبه‌روی انگشتان دیگر قرارگرفت تا به این دایناسورها اجازه‌دهد برگ‌ها و شاخه‌ها را به سمت خود بکشند.

سلاحی برای دفاع

در بسیاری از دایناسورهای گیاه‌خوار، اندام‌هایی برای دفاع تکامل یافتند. ممکن است شست خاردار آنکایلوپولکس‌ها نیز وسیله‌ای دفاعی بوده باشد (← فصل ۱۴ و ۲۴)؛ هم‌چنین ممکن است نرها از این خارها برای جنگیدن با یکدیگر در هنگام رقابت‌های جفت‌یابی استفاده می‌کرده‌اند (← فصل ۲۱).

کامپتوسورس[2] و جوجه‌اش

یکی از ابتدایی‌ترین آنکایلوپولکس‌ها، این اورنیتوپود ۵ـ۴ متری بود. کامپتوسورِس تقریباً ۵۰۰ کیلوگرم وزن داشت. این اورنیتوپود ۱۵۵ تا ۱۵۰ میلیون سال پیش در شرق آمریکای شمالی زندگی می‌کرده است. انگشت نخست پا که در آنکایلوپولکس‌های بعدی حذف شده بود نیز هنوز به صورت زائده‌ای کوچک در کنار سه‌انگشت دیگر آن دیده می‌شود. در آنکایلوپولکس‌های بعدی سر ساختمان مستحکم‌تری پیدا می‌کند.

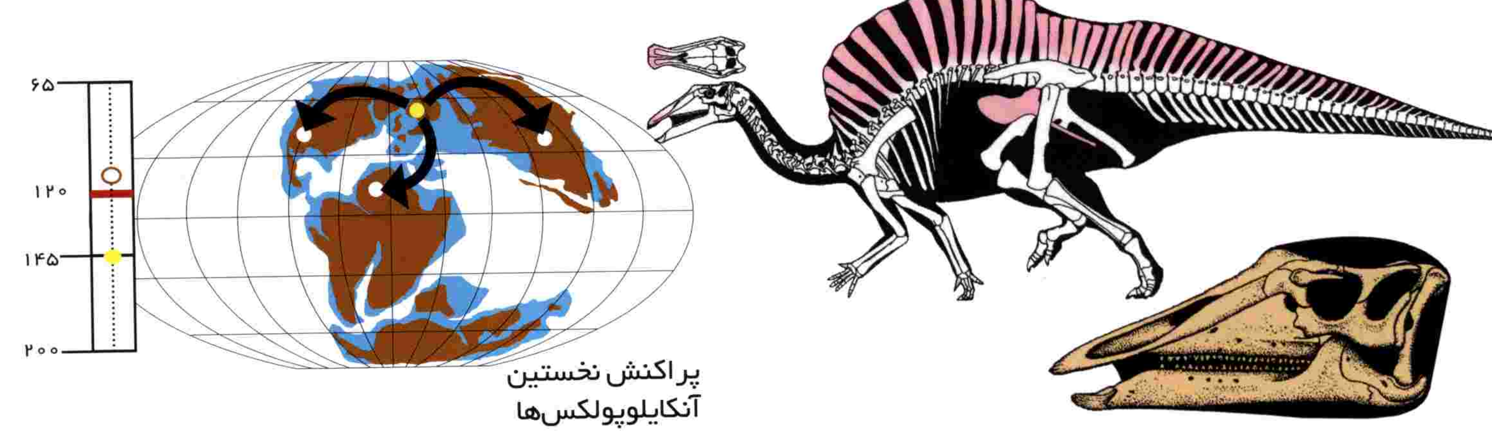


1- Ankylopollexia 2- *Camptosaurus*

تکامل آنکایلوپولکس‌ها

کامپتوسوریدها[3] نخستین و ابتدایی‌ترین گروه از اورنیتوپودهایی بودند که به‌خاطر وجود انگشت شست خارمانند از اورنیتوپودهای قبلی متمایزمی‌شدند. در کامپتوسورِس، ساختار بدن و اسکلت کمابیش شبیه به اورنیتوپودهای پیشین، مثل درایوسوریدها[4] و تنونتوسورِس[5] (← فصل ۱۵) بود اما انگشت نخست دست دارای ناخنی بزرگ شده بود که شاید وسیلهٔ دفاعی یا ابزار مبارزه در هنگام انتخاب‌جفت بوده است. این اورنیتوپودها در آمریکای شمالی و اروپا گسترش یافتند و نسل‌های بعدی آن‌ها نیز در آسیا، آمریکای شمالی، اروپا و حتی آفریقا به گروهی از موفق‌ترین دایناسورهای گیاه‌خوار تبدیل شدند. پراکنش و موفقیت آنکایلوپولکس‌ها و بسیاری از گروه‌های دیگر دایناسورهای گیاه‌خوار هم‌زمان با پیدایش و گسترش گیاهان گل‌دار بود. برخی دانشمندان عقیده دارند که تکامل این دایناسورها و گیاهان گل‌دار تا حد زیادی وابسته به هم بوده است (← فصل ۲۰).

در آنکایلوپولکس‌های بعدی جمجمه، بدن و دست‌ها به‌تدریج قوی‌تر، مستحکم‌تر و بزرگ‌تر شدند؛ به‌طوری‌که یک روند کلی تکامل به سمت اندازه‌های بزرگ و بدن‌های قوی‌تر را در این دایناسورها می‌توان مشاهده‌کرد. در همین فصل، پیرامون روندهای تکاملی و پدیده‌هایی از این دست، بیشتر صحبت خواهیم کرد. در انواع بعد از کامپتوسورِس، برای مثال در ایگوانودون[6]، ماهیچه‌های حرکت‌دهندهٔ دست و بازو قدرت بسیار بیشتری دارند. استخوان جناغ، که یکی از محل‌های اتصال ماهیچه‌های بازوست، در این دایناسورها قوی و بزرگ‌تر از کامپتوسورِس و اورنیتوپودهای پیشین است. سرهای این دایناسورها نیز از اورنیتوپودهای قبلی بزرگ‌تر شده و به‌ویژه حفرهٔ بینی (که احتمالاً وسیلهٔ تولید صدا و ماغ‌کشیدن آن‌ها بوده) در اغلب آن‌ها بسیار بزرگ است. آلتی‌راینوس[7] با دماغ بسیار بزرگش مثال خوبی از این دایناسورهای ماغ‌کش است.



پراکنش نخستین آنکایلوپولکس‌ها

اسکلت اورانوسورِس[8]

اورانوسورِس یکی از عجیب‌ترین اورنیتوپودها بود. این موجود ۸ متری با جثهٔ دو تنی‌اش در حدود ۱۲۰–۱۱۲ میلیون سال پیش در شمال آفریقا زندگی می‌کرد. در آنکایلوپولکس‌های دیگر نیز تیغ‌های عصبی کمابیش بلند بودند اما در اورانوسورِس، این تیغ‌ها بسیار بلند شده بودند. اگر به حیوانات امروزی نگاه‌کنیم، وضع مشابهی در تیغ‌های عصبی قسمت سینه‌ای گاومیش‌های کوهان‌دار می‌بینیم. این «کوهان»، که روی تیغ‌های بلند عصبی تشکیل شده است، در گاومیش‌ها ماهیچه‌های قدرتمند گردن را حمایت می‌کند. در اورنیتوپودها نیز رباط‌های محکم نیمه استخوانی میان مهره‌ها و تیغ‌های عصبی، حاکی از وجود ماهیچه‌های قوی بودند. اورانوسورِس در جلگه‌های گرمسیر و شرجی ساحلی آفریقا زندگی می‌کرد. در فصل‌های آینده با دو دایناسور بزرگ از گروه‌هایی دیگر مواجه می‌شویم که در آفریقا و آمریکای جنوبی زندگی می‌کرده‌اند و چنین تیغ‌های عصبی بلندی داشته‌اند (← فصل ۲۶، ۳۴). چنین به‌نظر می‌رسد که تخلیه و تبادل گرما برای این دایناسورها آن‌قدر مهم بوده که به تکامل این «رادیاتور»های غول‌پیکر منجر شده است.

سنوزوئیک Cenozoic
پالئوژن Paleogene
کرتاسه Cretaceous
مزوزوئیک Mesozoic
ژوراسیک Jurassic
۶۵
۱۴۵

هادروسورها Hadrosauria
آلتی‌راینوس *Altirhinus*
اورانوسورس *Ouranosaurus*
ایگوانودون *Iguanodon*
ایگواناکولوسوس *Iguanacolossus*
هیپودراکو *Hippodraco*
کامپتوسوریدها Camptosauridae
درایوسوریدها Dryosauridae
آنکایلوپولکس‌ها Ankylopollexia
درایومورف‌ها Dryomorpha

حذف انگشت خارمانند (انگشت نخست) دست و باقی‌ماندن انگشتان دوم تا پنجم دست در هادروسورها

ناخن‌های انگشتان ۳-۲ در دست‌ها حالتی سم‌مانند پیداکردند. انگشت پنجم هر دست روبه‌روی انگشتان دیگر قرارگرفت تا جانور به کمک دست‌هایش بتواند شاخه و برگ‌ها را بگیرد.

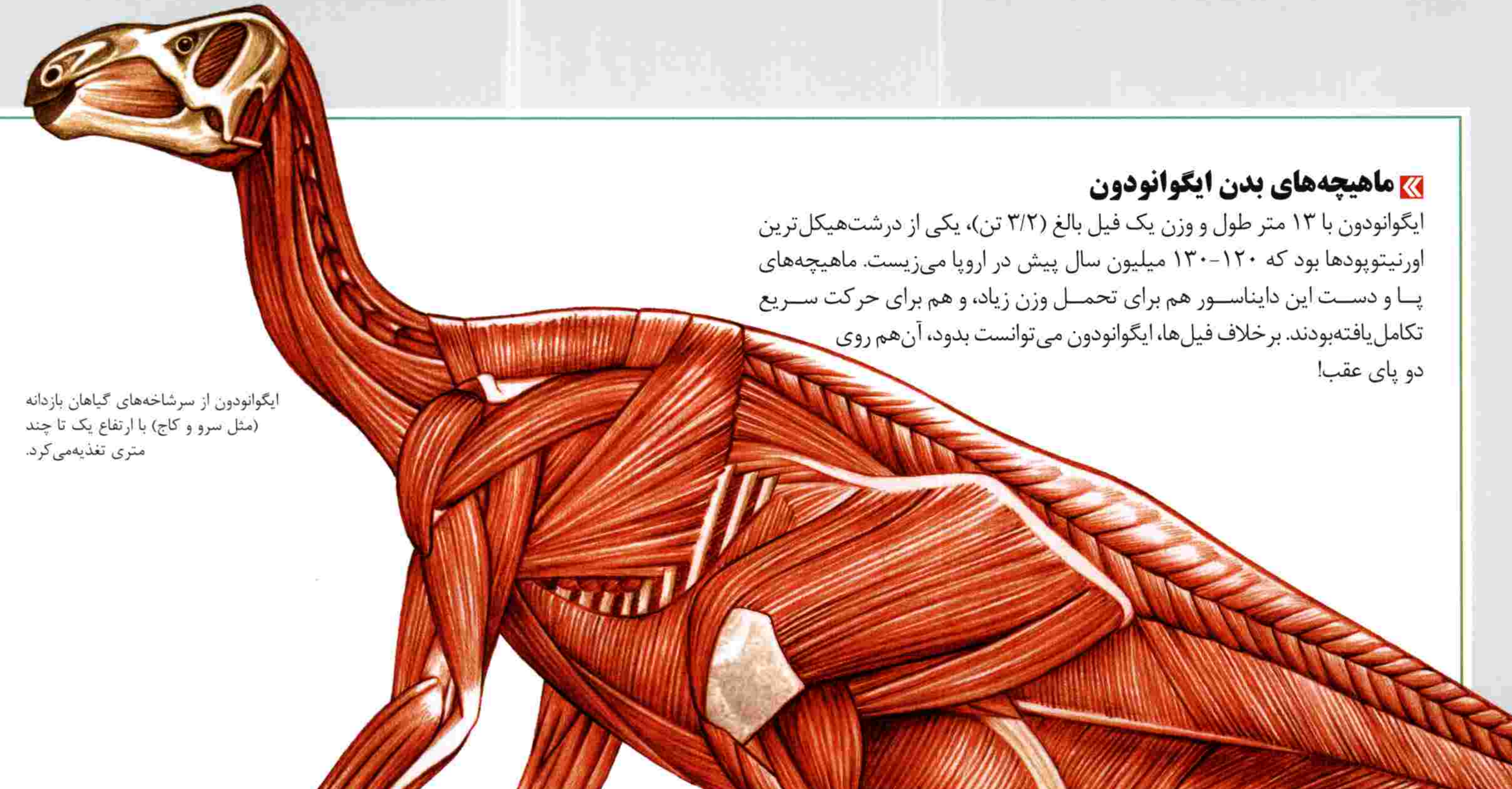
حذف کامل انگشت نخست پا و باقی‌ماندن انگشتان دوم، سوم و چهارم، پایین‌تر آمدن لبهٔ استخوان پیش‌آرواره نسبت به آروارهٔ بالایی، فاصله‌گرفتن ردیف دندان‌ها نسبت به منقار، دندان‌های آروارهٔ بالا باریک‌تر به‌هم چسبیده‌اند، به‌هم چسبیدن استخوان‌های ۴-۲ کف دست.

3- Camptosauridae 4- Dryosauridae 5- *Tenontosaurus* 6- *Iguanodon* 7- *Altirhinus* 8- *Ouranosaurus*



ماهیچه‌های بدن ایگوانودون

ایگوانودون با ۱۳ متر طول و وزن یک فیل بالغ (۳/۲ تن)، یکی از درشت‌هیکل‌ترین اورنیتوپودها بود که ۱۲۰-۱۳۰ میلیون سال پیش در اروپا می‌زیست. ماهیچه‌های پـا و دسـت این دایناسـور هم برای تحمـل وزن زیاد، و هم برای حرکت سـریع تکامل‌یافته‌بودند. برخلاف فیل‌ها، ایگوانودون می‌توانست بدود، آن‌هم روی دو پای عقب!



ایگوانودون از سرشاخه‌های گیاهان بازدانه (مثل سرو و کاج) با ارتفاع یک تا چند متری تغذیه‌می‌کرد.

جمجمهٔ دولودون[1]

دولـودون یکی از خویشـاوندان نزدیک ایگوانودون بود. این دایناسـور ۶ متری که وزنش به‌اندازهٔ یک کرگدن یعنی تقریباً ۱/۱ تن بود، هم‌زمان با ایگوانودون در غرب اروپا زندگی می‌کرد. جمجمهٔ دولودون از اغلب آنکایلوپولکس‌ها سبک‌تر و کشیده‌تر بود. بنابراین، احتمالاً نوع گیاهانی که غذای این دایناسـور را تشکیل می‌داده‌اند، با ایگوانودون متفاوت بوده است. اگر به جمجمهٔ مستحکم و بزرگ ایگوانودون، جمجمهٔ لاغر و کشیدهٔ دولودن، و جمجمهٔ پهن اورانوسورِس نگاهی بیندازیم، متوجه اختلاف نوع غذای آن‌ها می‌شویم.



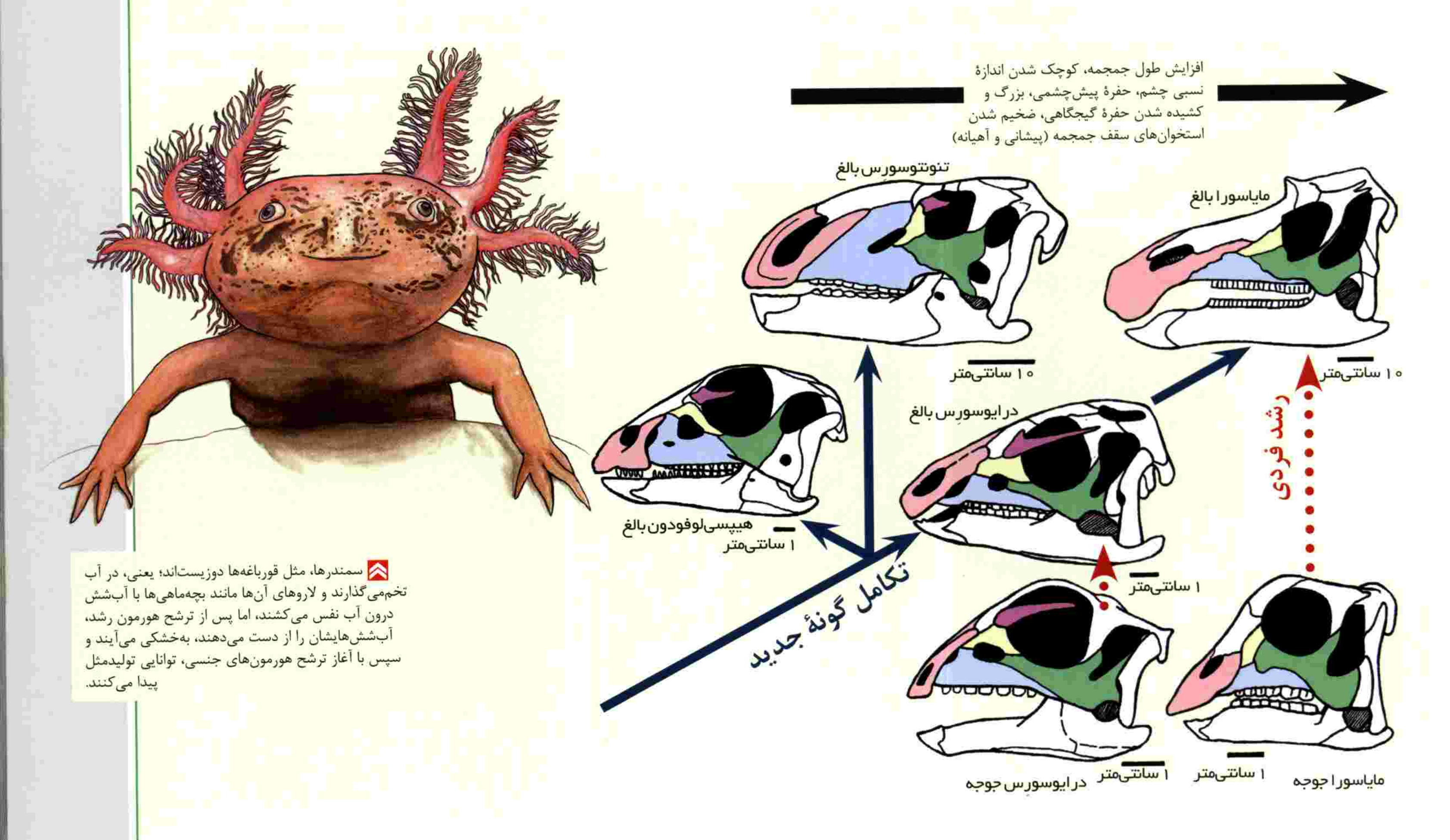
آنکایلوپولکس‌های کرتاسهٔ پایینی از آمریکای شمالی؛

هیپودراکو[2] ۴ متری است و وزن کمتری دارد؛ بنابراین، اغلب روی دو پا راه‌می‌رود اما ایگواناکولوسوس[3] تقریباً ۱۰متری است و اغلب روی چهارپا حرکت می‌کنند.

1- *Dollodon* 2- *Hippodraco* 3- *Iguanacolossus*

ناهم‌زمانی[۱]

در مکزیـک، سـمندری غارزی زندگـی می‌کند که تا آخر عمرش به شـکل لارو باقی‌می‌مانـد؛ بدون اینکه دگردیسـی کند. حتی تولیدمثل این سـمندر هم در حالـت لاروی رخ می‌دهد! در حقیقت، اگر هورمون رشـد به‌طور مصنوعی به این سـمندر تزریق‌شود، آب‌شش‌هایش را مثل سمندرهای دیگر از دست می‌دهد و از حالت لاروی درمی‌آید. اما درحالت طبیعی، ترشح هورمون‌های جنسی مانع ترشح هورمون رشـد می‌شـود. تنها اتفاقی که در تکامل این سـمندر رخ‌داده، تغییر در زمان‌بندی بیان ژن‌های هورمون‌های جنسی و هورمون رشد است. در واقع، به‌جای اینکه هورمون رشد و سپس هورمون‌های جنسی ترشح‌شوند، ژن‌های هورمون‌های جنسی اندکی زودتر فعال شده و مانع عملکرد ژن‌های هورمون رشد می‌شوند. به چنین تغییرات تکاملی‌ای، «ناهم‌زمانی» می‌گوییم. ناهم‌زمانی دو حالت کلی دارد: اولی حالتی اسـت که در آن طی تکامل موجودی پیدا شود که پس از بلوغ شبیه به انواع نابالغ نیاکانش باشـد؛ یعنی درست وضعی که در سمندر مکزیکی دیدیم. اما حالت دوم، وقتی اسـت کـه طی تکامل، موجودی پیدا شـود که پس از بلوغ دارای ویژگی‌های ثانویهٔ برجسته‌تری نسبت به سن بلوغ نیاکانش باشد. برای مثال، کرگدن‌ها وقتی به‌دنیا می‌آیند، شـاخ ندارند. پیدا شدن شاخ از ویژگی‌های ثانویهٔ بلوغ در کرگدن است. نیاکان کرگدن‌های امروزی درگذشته‌های دور شاخ نداشتند. سپس شاخ‌های کوچکی در آن‌ها ظاهر شد که جزء صفات ثانویهٔ پس از بلوغ بود. از آن زمان تاکنون این شـاخ‌ها بزرگ‌تر و خشـن‌تر شده‌اند. روند بزرگ‌شدن شاخ کرگدن را در سنگواره‌های دوران مختلف به‌خوبی می‌توان دید. این پدیدهٔ تکاملی، مسـئول اغلب تنوع‌های زیستی جهان زنده است. پیدایش گونه‌های مختلف کلم، گل‌کلم، کلم بروکلی، بروسـل، کلم قمری و کلم سـنگ، نتیجهٔ پس‌وپیش شدن فعالیت‌هـای مجموعهٔ ثابتی از ژن‌هاسـت: در حقیقت بـه پیدایش ژن‌های جدید نیازی نیسـت؛ تکامل تنها با «ناهم‌زمانی» ژن‌ها، گونه‌هایی جدید به‌دنیا می‌آورد. هیپسـی‌لوفودون، درایوسورس، کامپتوسورس، ایگوانودون، بسیاری از هادروسورها (← فصـ. ۱۷)، بسـیاری از دایناسورهای شاخ‌دار (← فصـ. ۲۰-۲۱) و تیرانوسورها (← فصـ. ۳۷) از دایناسورهایی هستند که نمونه‌های فراوانی از سنین مختلف آن‌ها به‌دست‌آورده‌ایم. بچه‌های درایوسورها شبیه هیپسی‌لوفودون و بچه‌های هادروسورها شـبیه درایوسـورِس به‌نظر می‌رسند. در دورهٔ رشد، درایوسـورهای جوان از حالت «هیپسـی‌لوفودون‌مانند» به حالت زمخت و درشت درایوسـورِس بالغ درمی‌آیند. هادروسورها، که باز هم درشت‌تر و زمخت‌ترند، در بچگی شبیه درایوسورها هستند اما آن‌ها هم در مقایسه با نیاکان قدیمی خود، پس از بلوغ صفات ثانویهٔ برجسته‌تری به‌دست می‌آورند. به‌نظر می‌رسد که در دورهٔ تکامل آنکایلوپولکس‌ها روندی ثابت در زمخت و قوی و درشت‌شـدن حاکم بوده است. در این روند، هر موجود در جوانی، شـبیه به دورهٔ بلوغ نیاکان پیشین خود بوده، و در سن بلوغ، صفات ثانویهٔ بارزتری نسبت به نیاکان خود به‌دست‌می‌آورده است. همین الگو را در دایناسورهای شاخ‌دار هم می‌توان مشـاهده‌کرد (← فصـ. ۲۰-۲۱). اکنون پرسش مهمی را در برابر شما می‌گذاریم: در تکامل دایناسورها، آیا موردی را می‌شناسید که به‌جای صفات ثانویهٔ بلوغ، صفات دورهٔ جوانی (مثل کوچک‌بودن اندازه) در انواع پیشرفته‌تر تکامل یافته باشند (← فصـ. ۵۰)؟

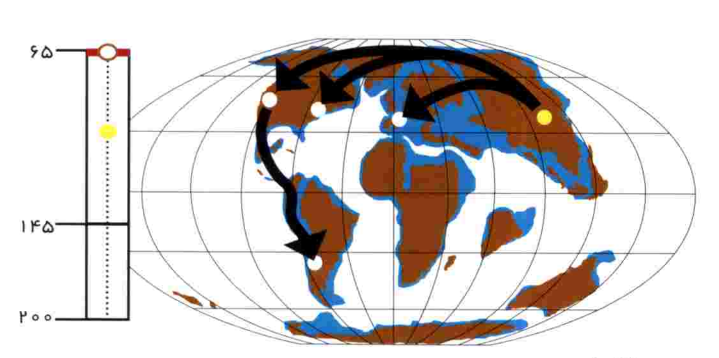


سمندرها، مثل قورباغه‌ها دوزیست‌اند؛ یعنی، در آب تخم‌می‌گذارند و لاروهای آن‌ها مانند بچه‌ماهی‌ها با آب‌شش درون آب نفس می‌کشند، اما پس از ترشح هورمون رشد، آب‌شش‌هایشان را از دست می‌دهند، به‌خشکی می‌آیند و سپس با آغاز ترشح هورمون‌های جنسی، توانایی تولیدمثل پیدا می‌کنند.

۱- Heterochrony

هادروسورها
اردک‌های چهارپا

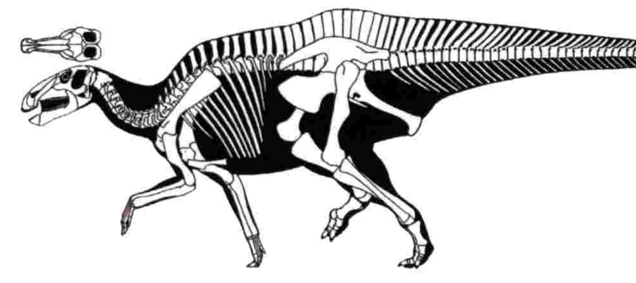
دایناسورهای نوک‌اردکی یا همان هادروسورها[1]، متنوع‌ترین و موفق‌ترین دایناسورهای گیاه‌خوار و آخرین زیرگروه آنکایلوپولکس‌ها بودند؛ بااین‌حال یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های آنکایلوپولکس‌ها (یعنی همان شست خارمانند) در این زیرگروه، به نفع مستحکم‌ترشدن ساختار دست، حذف شده بود. هادروسورها اغلب چهارپا بودند و البته مثل تمام اورنیتوپودهای دیگر، در مواقع لزوم، مثل زمان دویدن، می‌توانستند تنها روی دوپای عقب راه‌بروند. شاید مهم‌ترین دلیل برتری هادروسورها نسبت به دیگر آنکایلوپولکس‌ها، دندان‌بندی آن‌ها بوده است؛ چیزی که در اصطلاح به آن «سکوی دندانی» می‌گویند. این سکوی دندانی چیزی نیست جز تعداد بسیار زیادی دندان در کنار هم و زیر و روی یکدیگر که سطح آرواره‌ها را می‌پوشاند و برای خردکردن و جویدن بهتر الیاف گیاهی تکامل یافته بودند.



پراکنش
هادروسوریدها

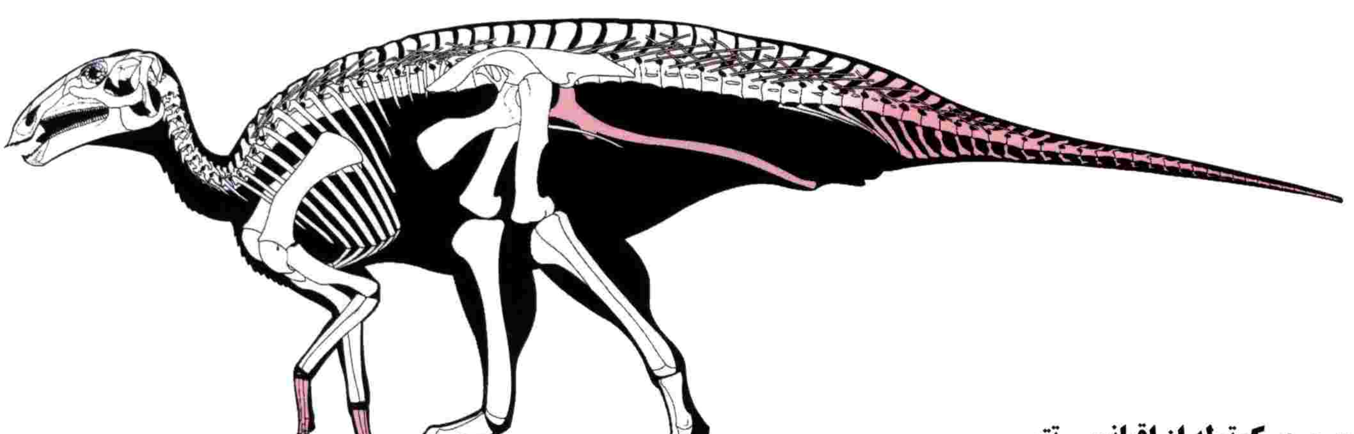
پیدایش و تکامل هادروسورها

نخستین آنکایلوپولکس‌های هادروسورمانند در کرتاسهٔ پایینی ظاهرشدند اما هادروسورهای حقیقی تنها در کرتاسهٔ بالایی وجود داشتند. در آن زمان، اغلب قاره‌های امروزی از هم تفکیک شده بودند و برخلاف ژوراسیک از راه خشکی با هم ارتباطی نداشتند؛ بنابراین، پراکندگی هادروسورها و دیگر گروه‌هایی که در این زمان ظاهرشده‌اند، به قاره‌های شمالی یا قاره‌های جنوبی محدود می‌شده است. به‌جز چند نمونهٔ ابتدایی و کوچک از هادروسورها که در اروپا پیدا شده‌اند، بقیهٔ آن‌ها در گله‌های چندهزارتایی در دشت‌های آمریکای شمالی و آسیا می‌چریدند و چند گونه هم در اواخر کرتاسه توانستند از آمریکای شمالی به آمریکای جنوبی و قطب جنوب برسند. خانوادهٔ هادروسوریدها، به دو زیرخانوادهٔ بزرگ و متنوع تقسیم می‌شود: سورولوفین‌ها[2] و لمبیوسورین‌ها[3]. در صفحات بعد به این دو گروه می‌پردازیم.



پدربزرگ منقار اردکی‌ها

باکتروسورس[5] یکی از هادروسورهای ابتدایی بود که ۱۰۰-۸۵ میلیون سال پیش در آسیای مرکزی می‌زیست. این دایناسور ۶ متر طول و ۱/۲ تن وزن داشت. به شکل لگن، تیغ‌های عصبی و حذف انگشت شست دست دقت‌کنید.



هادروسوری کوتوله از اقیانوس تتیس

برخی از ابتدایی‌ترین هادروسورهای شناخته‌شده در اروپا زندگی می‌کردند. بیشتر سرزمین اروپا در دورهٔ کرتاسه از جزایری دور و نزدیک به هم تشکیل می‌شد. در فصل پیش در مورد تکامل ناهمزمانی خواندیم و دیدیم که چگونه موجب تکامل گونه‌هایی با افراد بالغ زمخت یا بچه‌مانند می‌شود. در گونه‌های جزیره‌نشین، به‌دلیل کمبود منابع غذایی، تکامل ناهمزمانی موجب پیدایش گونه‌های کوچک و بچه‌مانند می‌شود (← فصـ. ۲۷، ۲۸، ۵۰). تتیس‌هادروس[4] یکی از همین گونه‌های بچه‌مانند اهل جزایر جنوب اروپا در اواخر کرتاسهٔ بالایی است. اگر به اسکلت این دایناسور ۴ متری با دقت‌کافی نگاه کنید، می‌توانید متوجه جزئیاتی مانند دم نسبتاً کوتاه این اورنیتوپود و استخوان خیلی بلند نشیمنگاهی آن شوید. این جزئیات نشانهٔ کوچک‌شدن بدن (به‌جز شکم و روده‌ها) هستند؛ درحالی که وجود تاندون‌های استخوانی‌شده روی تیغه‌های عصبی نشان‌دهندهٔ بلوغ حیوان در زمان مرگ است.

1- Hadrosauria 2- Saurolophinae 3- Lambeosaurinae 4- *Tethyshadros* 5- *Bactrosaurus*

دست‌کم ۸ مهرهٔ خاجی، غضروفی‌شدن ۲ تا از استخوان‌های مچ پا، پیدایش بالشتک گوشتی زیرانگشتان پا، کوچک‌شدن حفرهٔ گیجگاهی

دست‌کم ۳دندان بالای هم در هر جایگاه دندانی؛ دندان‌ها در کنار هم به‌سختی به لبهٔ آرواره چسبیده‌اند، امتداد ردیف دندان‌های پایینی تا انتهای آرواره نزدیک حلق

حذف انگشت خارمانند (انگشت نخست) دست و باقی‌ماندن انگشتان دوم تا پنجم دست، کشیده‌تر شدن طول استخوان‌های کف‌دست ۴-۲

جیاواتی[۶]

یکی از ابتدایی‌ترین هادروسورهای شناخته‌شده است که ۹۵ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. به منقار شاخی نوک پوزهٔ این دایناسور و لبهٔ دندانه‌دار آن توجه کنید.

6 - *Jeyawati*

لمبیوسورین‌ها و سورولوفین‌ها

لمبیوسورین‌ها کاکل‌هایی بزرگ و توخالی داشتند که از تغییرشکل استخوان‌های بینی، پیش‌آرواره و پیشانی به‌وجود آمده بودند. این کاکل‌ها درحقیقت شیپورهای پرزرق‌وبرقی بودند که در لمبیوسورین‌های نر، بزرگ‌تر و زیباتر از ماده‌ها بود؛ زیرا مثل دم طاووس نر برای رقابت میان نرها تکامل‌ها یافته بود.

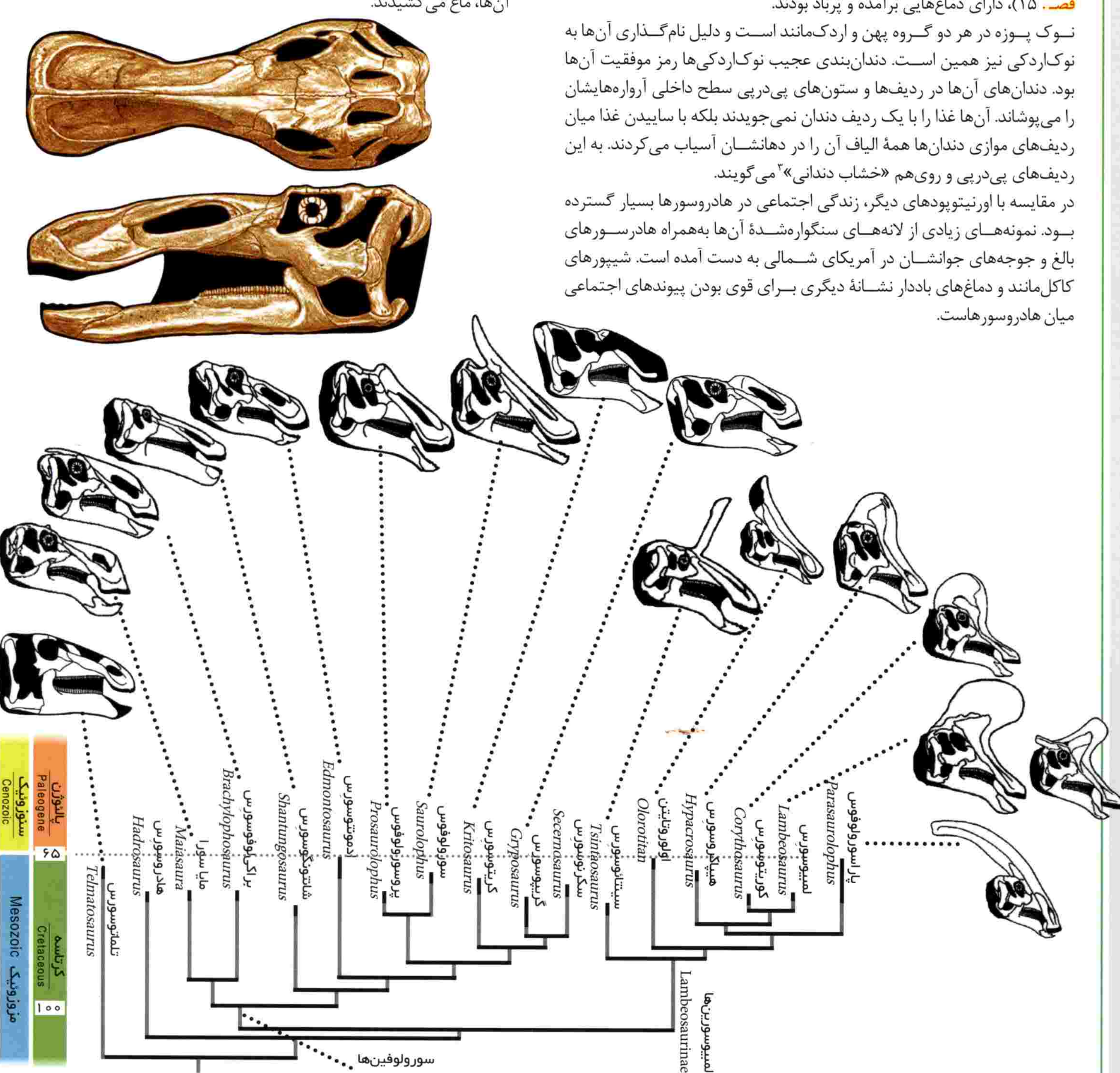
زیرخانوادهٔ دیگر، **سورولوفین‌ها** بودند.اغلب آن‌ها چنین کاکل‌هایی نداشتند و مانند پسرعموهای قدیمی‌ترشان، مثل آلتی‌راینوس[1] (← فصل ۱۶) و موتابوراسورِس[2] (← فصل ۱۵)، دارای دماغ‌هایی برآمده و پرباد بودند.

نوک پوزه در هر دو گروه پهن و اردک‌مانند است و دلیل نام‌گذاری آن‌ها به نوک‌اردکی نیز همین است. دندان‌بندی عجیب نوک‌اردکی‌ها رمز موفقیت آن‌ها بود. دندان‌های آن‌ها در ردیف‌ها و ستون‌های پی‌درپی سطح داخلی آرواره‌هایشان را می‌پوشاند. آن‌ها غذا را با یک ردیف دندان نمی‌جویدند بلکه با ساییدن غذا میان ردیف‌های موازی دندان‌ها همهٔ الیاف آن را در دهانشان آسیاب می‌کردند. به این ردیف‌های پی‌درپی و روی‌هم «خشاب دندانی»[3] می‌گویند.

در مقایسه با اورنیتوپودهای دیگر، زندگی اجتماعی در هادروسورها بسیار گسترده بود. نمونه‌های زیادی از لانه‌های سنگوارهٔ شدهٔ آن‌ها به‌همراه هادرسورهای بالغ و جوجه‌های جوانشان در آمریکای شمالی به دست آمده است. شیپورهای کاکل‌مانند و دماغ‌های باددار نشانهٔ دیگری برای قوی بودن پیوندهای اجتماعی میان هادروسورهاست.

جمجمهٔ یک سورولوفین

ادمونتوسورِس[4] در حدود ۷۰_۶۵ میلیون سال پیش در شمال غرب آمریکای شمالی زندگی می‌کرد. این دایناسور ۱۰ متر طول داشت و وزنش تقریبا ۳/۵ تن، یعنی به اندازهٔ یک فیل، بود. پوزهٔ پهن و اردک‌مانند این اورنیتوپودها، دلیل نامیدن آن‌ها با عنوان نوک‌اردکی است. حفرهٔ بزرگ بینی این دایناسور نیز نشان‌دهندهٔ وجود بافت‌نرمی در اطراف سوراخ بینی آن است. این جانوران با بادکردن حفرهٔ بینی خود در فصل تولیدمثل برای ارتباط با جفت، راندن نرهای رقیب یا به مبارزه‌طلبیدن آن‌ها، ماغ می‌کشیدند.



1- *Altirhinus* 2- *Muttaburrasaurus* 3- Dental Battery 4- *Edmontosaurus*

جمجمهٔ یک لمبیوسورین

کاکل‌های زیبا و متنوع لمبیوسـورین‌ها در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف تکامل یافتند. در این کتاب در مورد فرایندی تکاملی که به ایجاد تنوع در سـاختارهای مربوط به انتخاب جفت منجرمی‌شود، صحبت‌شده است (← فصـ. ۲۱). لمبیوسورِس[۵] یکی از شناخته‌شده‌ترین لمبیوسورین‌هاست که ۸۰ـ۷۲ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیسته و ۷ متر طول و ۲/۵ تن وزن داشته است. استخوان اصلی سازندهٔ کاکل، استخوان پیش‌آرواره اسـت که در مهره‌داران دیگر به‌شـکل اسـتخوان کوچکی در نوک آروارهٔ بالایی قرار دارد اما در لمبیوسـورین‌ها کاملاً توسـعه‌یافته است و حتی مجرای بینی و اسـتخوان بینی را فراگرفته و از بالای سر تا قسمت آهیانه و پس‌سری هم رسیده است.

مقایسهٔ اسکلت در پاراسورولوفوس[۶] و شانتونگوسورِس[۷]

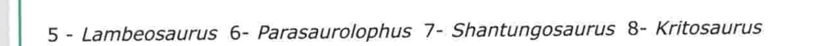
ساختار اسکلت بدن هادروسورها کمابیش یکسان است؛ گرچه میان دو زیرِخانوادهٔ لمبیوسورین‌ها و سورولوفین‌ها تفاوت‌هایی مهم وجود دارد. در اینجا می‌توانید اسـکلت پاراسـورولوفوس (از زیرخانوادهٔ لمبیوسـورین‌ها) و شانتونگوسـورِس (از سورولوفین‌ها) را ببینید. پاراسورولوفوس حدود ۷/۵ تا ۹ متر طول داشت، وزنش حدود ۲/۵ تن بود و حدود ۸۰ـ۷۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی، و از ۷۰ـ۶۵ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیسـت. شانتونگوسورس، بزرگ‌ترین اورنیتوپود شناخته‌شده اسـت که حدود ۱۵ متر طول و حدود ۱۳ تن وزن داشـته است. شانتونگوسـورس ۷۰ـ۶۸ میلیون سال پیش در آسیا زندگی می‌کرد. به‌غیر از ساختار جمجمه، آیا می‌توانید تفاوت‌های دیگری میان آن‌ها تشخیص دهید؟

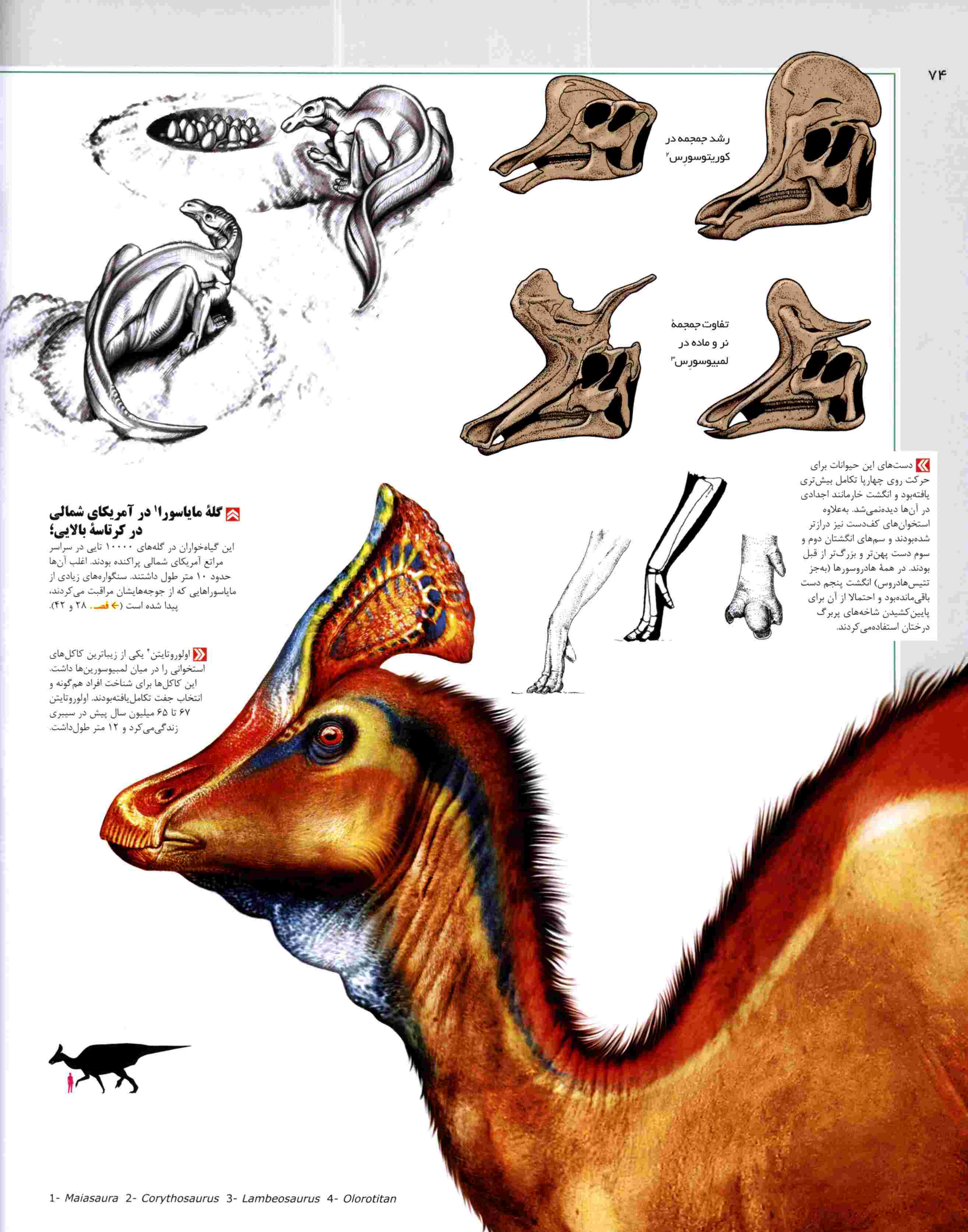
یکی از مهم‌ترین تفاوت‌های اسکلت سورولوفین‌ها و لمبیوسورین‌ها در شکل استخوان‌های لگن آن‌ها، به‌خصوص استخوان‌های شرمگاهی و نشیمنگاهی بود.

ماهیچه‌های بدن هادروسورها برای طی مسافت‌هایی حدود ۱۰۰۰۰کیلومتر مناسب بودند. این ماهیچه‌های خستگی‌ناپذیر، توانایی سرعت‌گرفتن و فرار از دست شکارچی‌های بزرگی مثل تیرانوسورها (← فصـ. ۳۷) را هم به آن‌ها هدیه می‌دادند.

ماهیچه‌های بدن کریتوسورس[۸]

هادروسورها در همهٔ مناطق آمریکای شَمالی، حتی درون مدار قطبی شمال زندگی می‌کردند. در فصل سرد سـال این دایناسورها در گله‌های بزرگ، مثل گوزن‌های شـمالی امروز، جمع می‌شدند و شروع به مهاجرت می‌کردند. در هادروسورها نسبت به اورنیتوپودهای پیش‌تر، زوائد استخوانی، که محل اتصال ماهیچه‌های پا و لگن و دم بودند، رشد بسیار بیشتری داشتند. همین نکته حاکی از بزرگ‌تر بودن و قدرت بالای ماهیچه‌های هادروسورهاست. تاندون‌های دسـت و پای آن‌ها نیز باعث استحکام دوچندان این اندام‌های مهم می‌شدند. کریتوسورِس ۹ متر طول داشت و ۸۰ تا ۷۲ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست.


5 - *Lambeosaurus* 6- *Parasaurolophus* 7- *Shantungosaurus* 8- *Kritosaurus*



رشد جمجمه در کوریتوسورِس[2]

تفاوت جمجمهٔ نر و ماده در لمبیوسورِس[3]

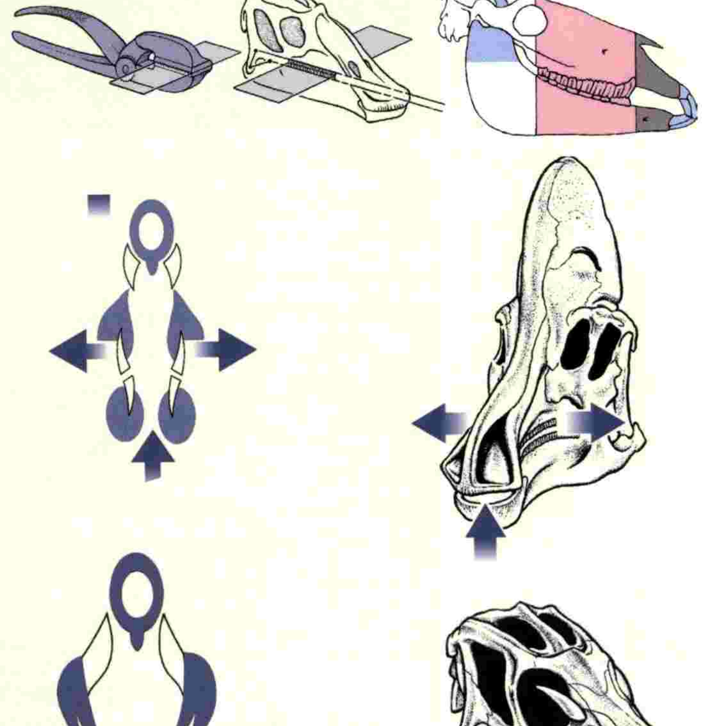
دست‌های این حیوانات برای حرکت روی چهارپا تکامل بیش‌تری یافته‌بود و انگشت خارمانند اجدادی در آن‌ها دیده‌نمی‌شد. به‌علاوه استخوان‌های کف‌دست نیز درازتر شده‌بودند و سم‌های انگشتان دوم و سوم دست پهن‌تر و بزرگ‌تر از قبل بودند. در همهٔ هادروسورها (به‌جز تتیس‌هادروس) انگشت پنجم دست باقی‌مانده‌بود و احتمالا از آن برای پایین‌کشیدن شاخه‌های پربرگ درختان استفاده‌می‌کردند.

گلهٔ مایاسورا[1] در آمریکای شمالی در کرتاسهٔ بالایی؛

این گیاه‌خواران در گله‌های ۱۰۰۰۰ تایی در سراسر مراتع آمریکای شمالی پراکنده بودند. اغلب آن‌ها حدود ۱۰ متر طول داشتند. سنگواره‌های زیادی از مایاسوراهایی که از جوجه‌هایشان مراقبت می‌کردند، پیدا شده است (← فصـ. ۲۸ و ۴۲).

اولوروتایتن[4] یکی از زیباترین کاکل‌های استخوانی را در میان لمبیوسورین‌ها داشت. این کاکل‌ها برای شناخت افراد هم‌گونه و انتخاب جفت تکامل‌یافته‌بودند. اولوروتایتن ۶۷ تا ۶۵ میلیون سال پیش در سیبری زندگی‌می‌کرد و ۱۲ متر طول‌داشت.

1- *Maiasaura* 2- *Corythosaurus* 3- *Lambeosaurus* 4- *Olorotitan*



دایناسورهای گیاه‌خوار غذای خود را چگونه می‌جویدند؟
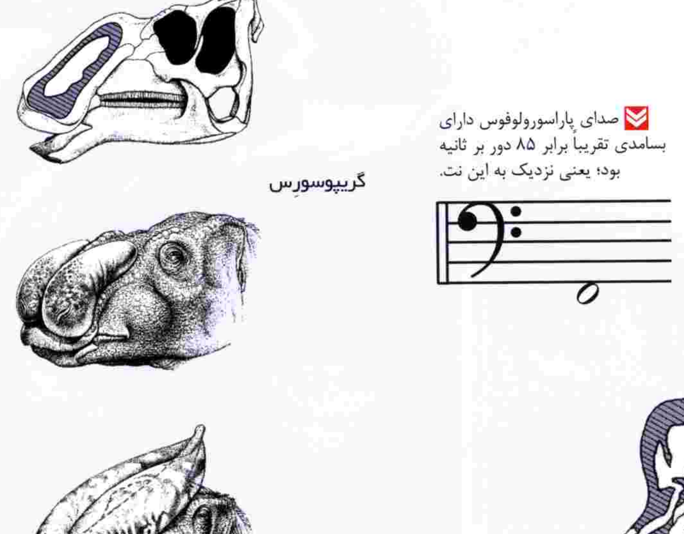
چـه در پسـتانداران گیاه‌خوار و چه در دایناسـورها، میان قسـمت جوندهٔ دهان (دندان‌هـا) و نوک دهان (منقار یا دندان‌های پیـش) فاصله‌ای خالی وجود دارد. دندان‌های پیش یا منقار تنها وظیفهٔ چیدن غذا را دارند؛ بنابراین، به نیروی زیادی نیاز ندارند اما دندان‌های جونده (آسیا) نباید با مفصل آرواره فاصله داشته باشند تا بتوانند نیروی بیشتری وارد کنند.

در اورنیتوپودها، به‌ویژه هادروسورها، جویدن غذا در دهان تکامل زیادی پیدا کرد. نخستین رخداد در تکامل این توانایی، پیدایش مفصل متحرک میان استخوان آروارهٔ بالایی و استخوان گونه بود. این مفصل باعث می‌شد در هنگام جویدن غذا آرواره‌های بالایی به دو طرف باز شوند. دومین اتفاق مهم در آن‌ها پیدایش خشاب دندانی بود. خشاب دندانی، سطح داخلی آرواره‌ها را با چندین ردیف دندان به‌هم‌فشرده می‌پوشاند. با ساییده‌شدن آروارهٔ پایینی به سمت بالا، دندان‌های آروارهٔ پایینی به سمت بالا می‌رفتند و درون آروارهٔ ردیف بالا ساییده می‌شد.

اورنی‌تیسکین‌ها تنها خزندگانی بودند که می‌توانستند غذا را درون دهانشان بجوند. این ویژگی نخستین بار در سـراپودهای ژوراسیک، مانند هترودونتوسورس[5]، پیدا شـد. در این سـراپودها ردیف دندان‌های آروارهٔ پایینی به دندان‌های آروارهٔ بالایی سـاییده می‌شد و سـپس آروارهٔ پایینی به دو طرف حرکت می‌کرد؛ یعنی درست مثل پستاندارانی مانند شتر که هنگام جویدن غذا، آروارهٔ پایینی خود را به دو طرف حرکت می‌دهند.

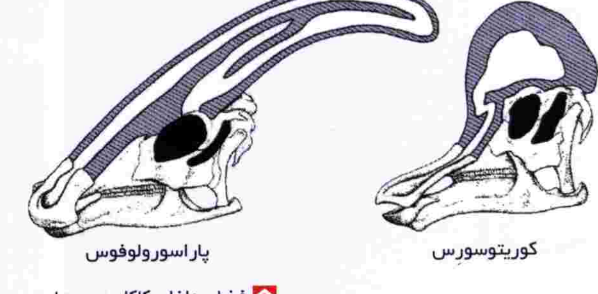
منقار اردکی‌ها چگونه صدا تولیدمی‌کردند؟

همان‌طـور که در این تصاویر می‌بینید، فضای داخلی کاکل‌های لمبیوسـورین‌ها خالی اسـت و در حقیقت بخشـی از مجرای بینی محسوب می‌شود. ساختار این مجاری یادآور سـازهای بادی است. با حرکت هوا درون این مجراهای استخوانی، صداهایی بم و پرحجم ایجادمی‌شـد که لمبیوسـورین‌ها برای ارتباط با افراد گونهٔ خود و شناسایی آن‌ها، راندن حریفان و صداکردن یکدیگر از آن استفاده می‌کردند اما در سـورولوفین‌ها چنین مجراهایی وجود نداشت. درواقع، سورولوفین‌ها نیز به اندازهٔ لمبیوسورین‌ها اجتماعی بودند اما به جای استفاده از مجراهای درون بینی، به همان شیوهٔ قدیمی اورنیتوپودهایی مانند موتابوراسورِس[6] (← فصـ. ۱۵)، دماغ خود را پرباد می‌کردند و برای برقراری ارتباط اجتماعی از صداهای به‌وجود آمده در حفرهٔ بزرگ و پرباد بینی استفاده می‌کردند.



صدای پاراسورولوفوس دارای بسامدی تقریباً برابر ۸۵ دور بر ثانیه بود؛ یعنی نزدیک به این نت.

حفرهٔ بینی پرباد در سورولوفین‌ها



فضای داخلی کاکل در سه لمبیوسورین

5 - *Heterodontosaurus* 6- *Muttaburrasaurus* 7- *Gryposaurus* 8- *Saurolophus*

هترودونتوسوریفورم‌ها
قوچ‌های عاج‌دار

دایناسورهای شاخ‌دار و دایناسورهای کله‌قوچی دو گروه از دایناسورهای اورنی‌تیسکین دورهٔ کرتاسهٔ بالایی هستند که در مورد رده‌بندی و تکامل آن‌ها ابهامات زیادی وجود داشت؛ زیرا آن‌ها و دیگر اورنی‌تیسکین‌ها تفاوت‌های بسیاری داشتند اما بررسی‌های جدید اطلاعات ارزشمندی در مورد «حلقهٔ گم‌شده» میان آن‌ها و اورنی‌تیسکین‌های دیگر به‌دست می‌دهد. نکتهٔ تعجب‌برانگیز این است که این حلقهٔ گم‌شده، چندان هم گم‌شده نبوده است. در واقع، خانوادهٔ هترودونتوسوریدها[1]، مدت‌هاست که برای ما شناخته شده‌اند. آن‌ها که تا مدت‌ها جزء اورنیتوپودها (← فصـ ۱۷-۱۵) رده‌بندی می‌شدند، به‌خاطر دندان‌های «نیش» عجیبشان، که به‌طور موازی با پستانداران تکامل‌یافته بود، معروف بودند (← فصـ ۳۴). اکتشـافـ‌های اخیر نشـان می‌دهد که دایناسـورهای شاخ‌دار و کله‌قوچی ابتدایی نیز چنین دندان‌هایی داشته‌اند و خویشاوندان نزدیک هترودونتوسورها بوده‌اند. هترودونتوسوریفورم‌ها[2] گروهی شامل دو تبار هترودونتوسوریدهای ژوراسیک و کرتاسهٔ پایینی، و مارجینوسفال‌های[3] ژوراسـیک بالایی و کرتاسه‌اند. مارجینوسـفال‌ها همان دایناسورهای شاخ‌دار و کله‌قوچی هستند.

هترودونتوسوریفورم‌ها

سـال‌ها پیش، زمانی که هنوز اطلاعات زیادی در مورد انواع مختلف دایناسورهای اورنی‌تیسکین موجود نبود، دانشمندان دایناسورهای کله‌قوچی (پاکی‌سفالوسورها[4]) را خانواده‌ای از اورنیتوپودها درنظرمی‌گرفتند. آن‌ها سال‌ها بعد اندک‌اندک متوجه شـباهت‌های میان آن‌ها و دایناسـورهای شاخ‌دار شـدند. برای مثال، هر دو گروه چیزی عجیب روی کله‌شـان داشتند! پاکی‌سفالوسورها دارای استخوان‌های بسیار ضخیم پیشـانی و آهیانه بودند که حتی شـکلی گنبدی توپر گرفته بود و ظاهراً از آن برای ضربه‌زدن به دشمنان یا رقیبان همنوع استفاده می‌کردند (← فصـ ۱۹). دایناسورهای شاخ‌دار یا سراتوپس‌ها[5] نیز دارای شاخ‌هایی متنوع و جوراجور بودند و سپری استخوانی در قسمت پس‌سری داشتند. شباهت‌های دیگری نیز میان انواع ابتدایی هر دو گروه دیده می‌شـد. بنابراین، دانشـمندان متوجه شدند که هر دوی آن‌ها در حقیقت از یک تبار تکاملی هسـتند؛ تباری که آن‌ها را مارجینوسـفال‌ها نام نهادند. مارجینوسـفال به معنای کلهٔ لبه‌دار اسـت. هم پاکی‌سفالوسورها و هم سـراتوپس‌ها جزء دایناسـورهایی بودند که در کرتاسـهٔ بالایی و تنها در قاره‌های شمالی، به‌خصوص آسیا و آمریکای شمالی، پراکنده بودند و در دوره‌های قدیمی‌تر، مثل دورهٔ ژوراسیک، اثری از آن‌ها در زمین نبود.

بعدها سنگواره‌های دیگری از مارجینوسفال‌ها به‌دست‌آمد که تاریخ پیدایش آن‌ها را عقب‌تر می‌برد. به‌علاوه، این سـنگواره‌ها شـباهت‌هایی میان مارجینوسفال‌ها و هترودونتوسـوریدها نشـان می‌دادند که از میان آن‌ها می‌توان به دندان‌های نیش بلند اشاره کرد.

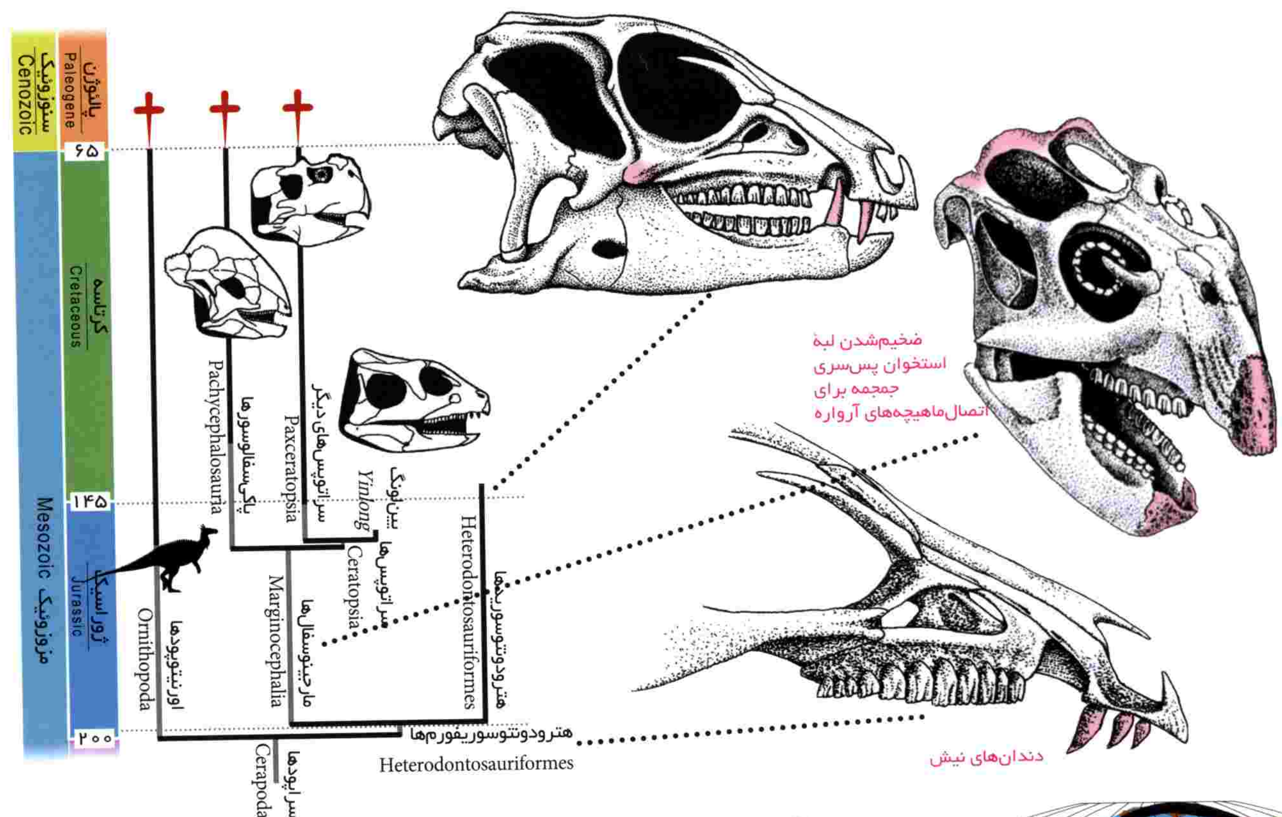


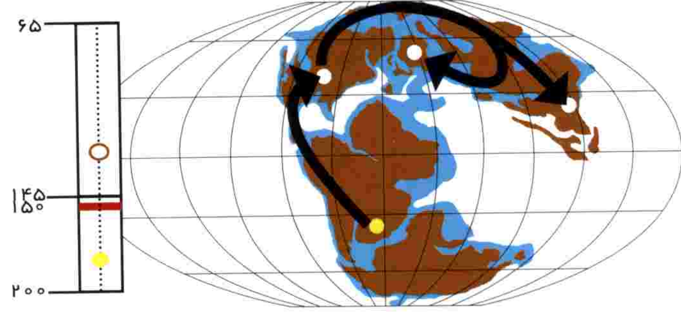
امروزه بسیاری از دیرینه‌شناسان هترودونتوسوریدها را به‌عنوان گروهی ابتدایی از اورنی‌تیسکین‌ها رده‌بندی‌می‌کنند اما گروهی دیگر از آن‌ها معتقدند که هترودونتوسوریدها و مارجینوسفال‌ها هر دو از یک تبارند و نام این تبار را هترودونتوسوریفورم‌ها می‌گذارند. ما در اینجا از نظریهٔ همین گروه اخیر از دیرینه‌شناسان پیروی می‌کنیم.

گویوسفالی[6]

این دایناسور جزء پاکی‌سفالوسورها یا همان دایناسورهای کله‌قوچی بوده است. البته هرچه نگاه کنید، از برآمدگی بزرگ استخوانی روی کلهٔ این دایناسور اثری نمی‌بینید! زیرا گویوسـفالی جـزء ابتدایی‌ترین انواع دایناسـورهای کله‌قوچی بوده اسـت اما درعوض، برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های مارجینوسفال‌ها (گروهی شامل کله‌قوچی‌ها و دایناسـورهای شاخ‌دار) را در این دایناسور می‌توان دید؛ از جمله دندان‌های نیش جلوی دهان و لبهٔ استخوانی پس‌سری که بعدها در دایناسورهای کله‌قوچی به گنبد استخوانی، و در دایناسورهای شاخ‌دار به بادبزن استخوانی پس‌سری تکامل‌می‌یابد.







پراکنش و تکامل هترودونتوسوریفورم‌ها در قاره‌های شمالی

قدیمی‌ترین هترودونتوسوریدها در ژوراسیک پایینی در آفریقا زندگی می‌کردند اما سنگواره‌های دیگری از آن‌ها در آسیا، اروپا و آمریکای شمالی نیز به‌دست آمده است. بنابراین، احتمالاً پراکندگی این گروه جهانی بوده است. مارجینوسفال‌های ابتدایی در آسیا ظاهر شده و تا پایان کرتاسه در آسیا و آمریکای شمالی پراکنده شدند. با وجود این، نمونه‌های جالبی از هر دو زیرگروه مارجینوسفال در اروپا نیز به‌دست آمده است. البته بعید نیست که برخی از آن‌ها طی کرتاسه به اروپا هم رفته باشند.



استخوان‌بندی هترودونتوسورِس

هترودونتوسورِس ویژگی‌هایی داشت که در میان دیگر اورنی‌تیسکین‌ها کمتر دیده می‌شد. برای مثال، انگشت شست دست این دایناسور، مانند انگشت شست در پستانداران نخستی (میمون‌ها و انسان‌ها) روبه‌روی انگشت‌های دیگر قرارمی‌گرفت. در آنکایلوپولکس‌ها انگشت کوچک دست همین وظیفه را داشت و انگشت شست، خارمانند شده بود (← فصـ. ۱۶). دندان‌های تیز آن‌ها ویژگی عجیب دیگری است که کاربردهای مختلفی برای آن در نظرگرفته‌اند: مبارزه میان نرها، جنگیدن و دفاع از خود در برابر شکارچی‌ها، و حتی مرتب‌کردن پرهای ابتدایی بدنشان!

هترودونتوسورس[7]

سنگوارهٔ یکی از خویشاوندان نزدیک هترودونتوسورِس، که در چین پیدا شده و تیان‌یولونگ[8] نام‌گرفته است (← فصـ. ۱۱)، نشان می‌دهد که هترودونتوسوریدها و دیگر اورنی‌تیسکین‌ها پر داشته‌اند. هترودونتوسورِس ۲۰۰ـ۱۹۰ میلیون سال پیش در سرزمین‌های خشک جنوب آفریقا زندگی می‌کرد. این دایناسور حدود ۱/۲ متر طول و ۳/۵ کیلوگرم وزن داشت.

1- Heterodontosauridae 2- Heterodontosauriformes 3- Marginocephalia 4- Pachycephalosauria 5- Ceratopsia 6- *Goyocephale* 7- *Heterodontosaurus*

پاکی‌سفالوسورها
اژدها در لباس میش

پاکی‌سفالوسورها[1] از عجیب‌ترین گروه‌های اورنی‌تیسکین بوده‌اند. آن‌ها تنها گروه از دایناسورهای اورنی‌تیسکین بودند که هیچ گرایشی به چهارپاشدن نشان نمی‌دادند. در حقیقت، دست‌های آن‌ها بسیار کوچک شده بود. کله‌های گنبدی آن‌ها تنها توده‌ای از استخوان ضخیم بود که از مغز کوچک آن‌ها در برابر ضرباتی که به یکدیگر می‌زدند، محافظت می‌کرد. بنابراین، احتمال می‌دهیم که گنبد کله‌ها در نرها بزرگ‌تر از ماده‌ها بوده باشد. دندان‌های پاکی‌سفالوسورها کوچک و ضعیف بود. بنابراین، احتمالاً تکیهٔ آن‌ها بیشتر بر سنگدان‌هایشان بوده است تا جویدن غذا. این ویژگی‌ها تا حدی آن‌ها را شبیه به آنکایلوسورها[2] (← فصـ ۱۴) می‌کرد. جالب‌اینجاست که شکم پاکی‌سفالوسورها نیز درست مثل آنکایلوسورها بزرگ و از دو طرف بیرون‌زده بود. آن‌ها از مناطق نیمه‌خشک بیابانی و کوهستانی تا جنگل‌های بارانی و موسمی آسیا و آمریکای شمالی زندگی می‌کردند. تنها پاکی‌سفالوسور شناخته‌شده از جایی به‌جز آسیا و آمریکا، استنوپلیکس[3] است که از کرتاسهٔ پایینی اروپا شناخته‌شده است. استنوپلیکس قدیمی‌ترین نمونهٔ این گروه نیز هست. بقیهٔ انواع شناخته‌شده در کرتاسهٔ بالایی زندگی می‌کردند.

در گذشته چنین تصور می‌شد که پاکی‌سفالوسورهای ابتدایی کله‌هایی بدون گنبد داشته‌اند اما اکنون اعتقاد بر این است که انواعی که کله‌های نسبتاً صاف‌تری دارند، نابالغ یا ماده‌اند. به‌هرحال، در مورد انواع ابتدایی پاکی‌سفالوسورها اطلاعات چندانی نداریم؛ زیرا سنگواره‌های آن‌ها اغلب ناقص و خردشده‌اند. استنوپلیکس ابتدایی‌ترین و قدیمی‌ترین نمونه از این دایناسورهاست که در اوایل کرتاسه در اروپا زندگی می‌کرد. این احتمال وجود دارد که پاکی‌سفالوسورهای دیگری نیز در کرتاسهٔ بالایی به اروپا رفته باشند اما بعید است که پای این دایناسورها به آمریکای جنوبی، آفریقا و دیگر قاره‌های جنوبی رسیده باشد.

طول بدن اغلب پاکی‌سفالوسورها حدود یک تا دو متر بوده است. پاکی‌سفالوسورس[6] با بدنی ۵-۴ متری یکی از بزرگ‌ترین نمونه‌های آن‌هاست. در برخی منابع اندازهٔ بدن این دایناسور را ۸ متر ذکرکرده‌اند که اشتباه به‌نظر می‌رسد. یکی از دلایلی که مانع بزرگ‌شدن بدن این دایناسورها می‌شده، نیاز آن‌ها به دویدن در هنگام ضربه‌زدن بوده است. اگر اندازهٔ آن‌ها بزرگ‌تر می بود، توانایی سرعت‌گرفتن در آن‌ها کاهش می‌یافت و بنابراین، توانایی‌شان در ضربه‌زدن با سر نیز کم می‌شد.

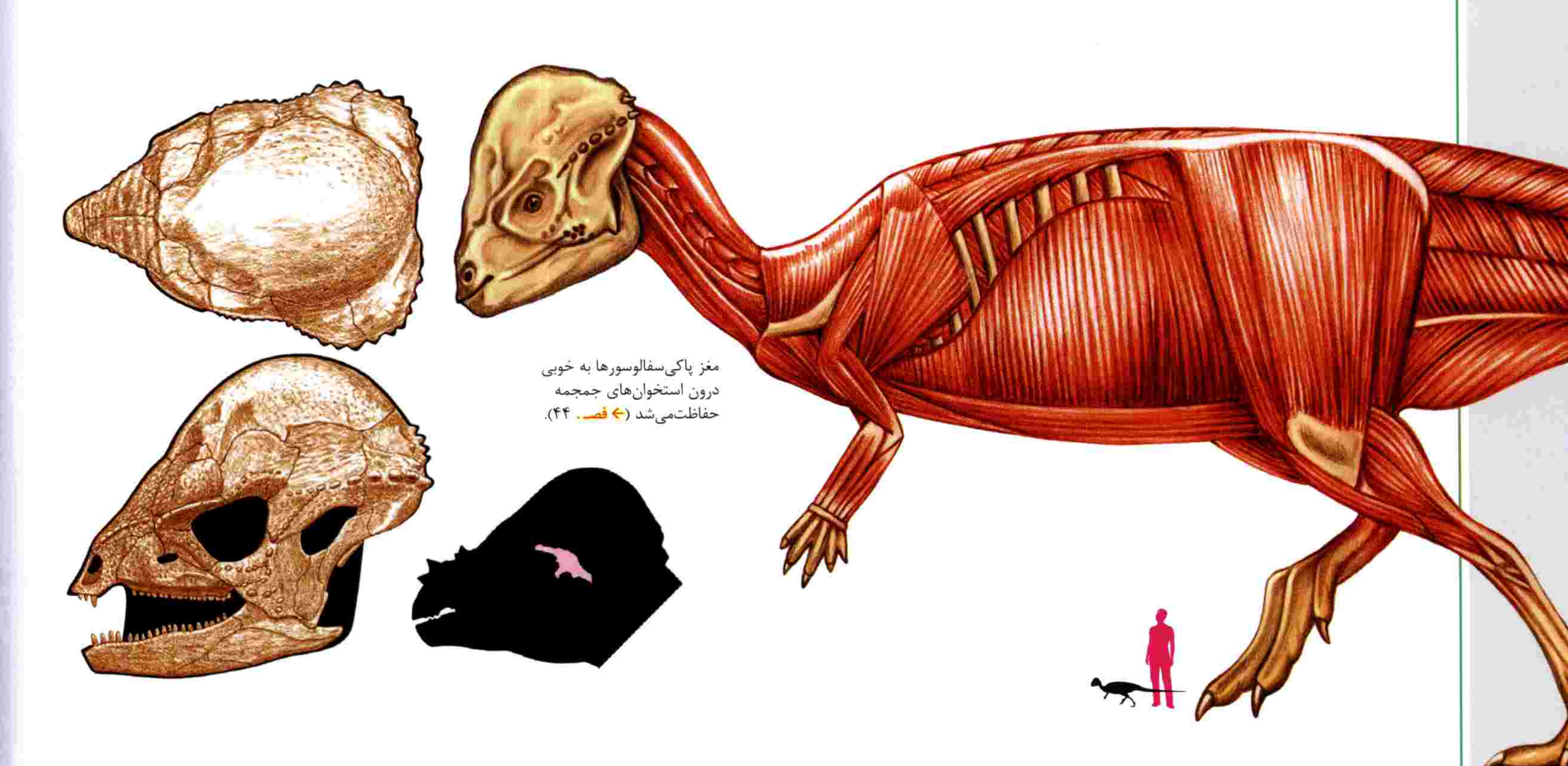
در عوض، اندازهٔ برخی از آن‌ها بسیار کوچک بوده است. یک نمونه که هنوز منتظر توصیف علمی به‌سر می‌برد، کله‌ای گنبدی به قطر تنها ۵ سانتی‌متر داشته است. چنین دایناسوری بیشتر از یک گربهٔ خانگی نبوده است!

تکامل پاکی‌سفالوسورها

پاکی‌سفالوسورها خویشاوندان نزدیک سراتوپس‌ها[4] و هترودونتوسوریدها[5] بودند. به‌علاوه، ابتدایی‌ترین انواع آن‌ها نیز در آسیا زندگی می‌کردند و جز آسیا، تنها به آمریکای شمالی و اروپا رفتند. بنابراین، بعید نیست اگر تصور کنیم که نخستین پاکی‌سفالوسورها از آسیا برخاسته‌اند و در چند مرحله به آمریکای شمالی نیز مهاجرت کرده‌اند.

جمجم و ماهیچه‌های پرینوسفالی[7]

در پاکی‌سفالوسورها استخوان‌های جمجمه ضخیم و محکم شده‌اند و زوائد کوچک استخوانی در قسمت پس سر به‌شکل دکمه‌های دنبال هم پیدا شده‌اند. این استخوان‌های ضخیم کاملاً توپر بوده‌اند و جز جعبهٔ مغزی، هیچ فضای خالی دیگری در خود نداشته‌اند (فصل ۴۴). بررسی بافت اسفنجی استخوان‌های سر این جانوران نشان می‌دهد که آن‌ها نه به سر یکدیگر بلکه به پهلوهای هم ضربه می‌زده‌اند.

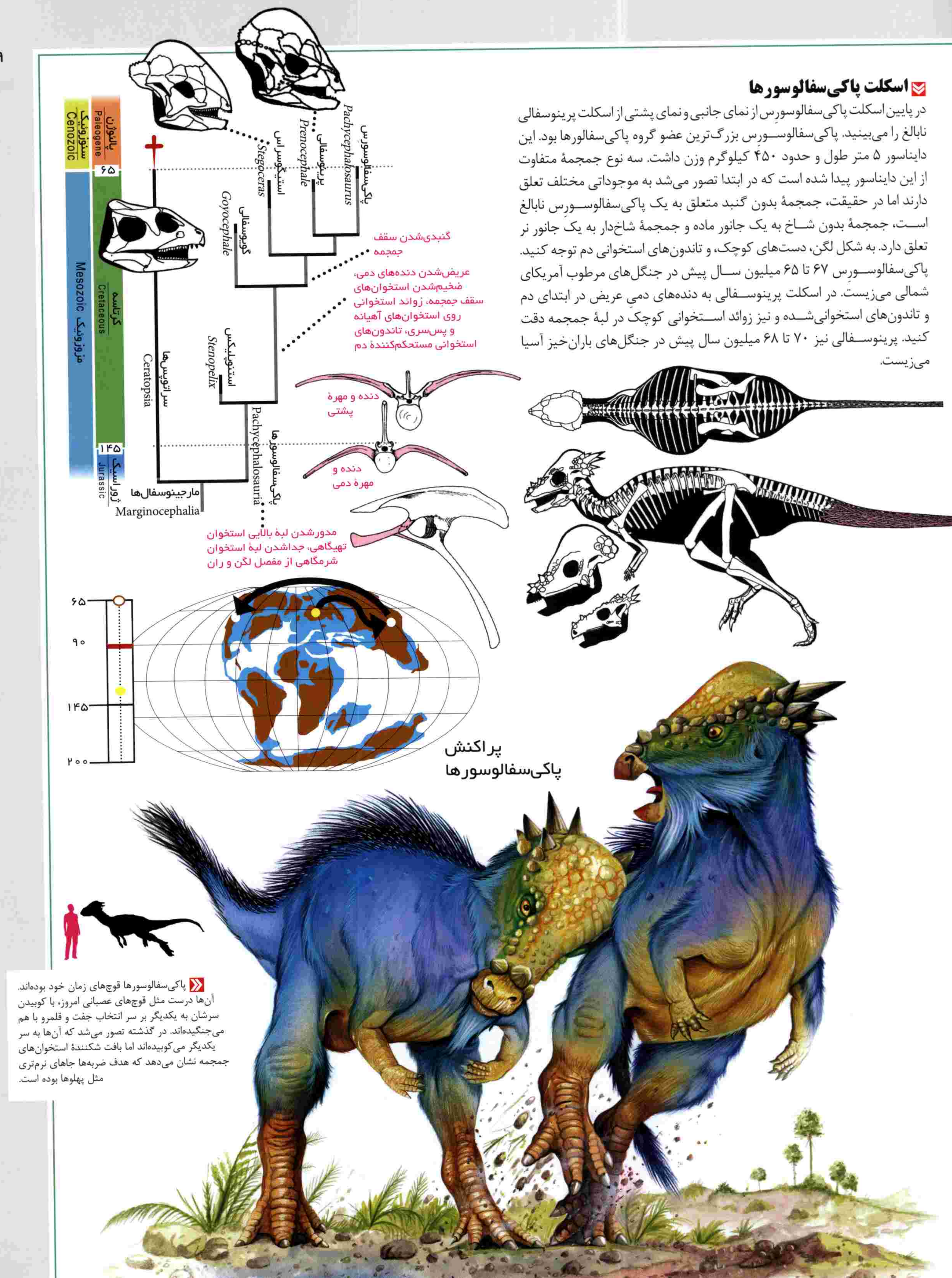


مغز پاکی‌سفالوسورها به خوبی درون استخوان‌های جمجمه حفاظت‌می‌شد (← فصـ ۴۴).

1- Pachycephalosauria 2- Ankylosauria 3- *Stenopelix* 4- Ceratopsia 5- Heterodontosauridae 6- *Pachycephalosaurus* 7- *Prenocephale*

اسکلت پاکی‌سفالوسورها

در پایین اسکلت پاکی‌سفالوسورِس از نمای جانبی و نمای پشتی از اسکلت پرینوسفالی نابالغ را می‌بینید. پاکی‌سفالوسورِس بزرگ‌ترین عضو گروه پاکی‌سفالورها بود. این دایناسور ۵ متر طول و حدود ۴۵۰ کیلوگرم وزن داشت. سه نوع جمجمهٔ متفاوت از این دایناسور پیدا شده است که در ابتدا تصور می‌شد به موجوداتی مختلف تعلق دارند اما در حقیقت، جمجمهٔ بدون گنبد متعلق به یک پاکی‌سفالوسورِس نابالغ است، جمجمهٔ بدون شاخ به یک جانور ماده و جمجمهٔ شاخ‌دار به یک جانور نر تعلق دارد. به شکل لگن، دست‌های کوچک، و تاندون‌های استخوانی دم توجه کنید. پاکی‌سفالوسورِس ۶۷ تا ۶۵ میلیون سال پیش در جنگل‌های مرطوب آمریکای شمالی می‌زیست. در اسکلت پرینوسفالی به دنده‌های دمیِ عریض در ابتدای دم و تاندون‌های استخوانی‌شده و نیز زوائد استخوانی کوچک در لبهٔ جمجمه دقت کنید. پرینوسفالی نیز ۷۰ تا ۶۸ میلیون سال پیش در جنگل‌های باران‌خیز آسیا می‌زیست.



پاکی‌سفالوسورها قوچ‌های زمان خود بوده‌اند. آن‌ها درست مثل قوچ‌های عصبانی امروز، با کوبیدن سرشان به یکدیگر بر سر انتخاب جفت و قلمرو با هم می‌جنگیده‌اند. در گذشته تصور می‌شد که آن‌ها به سر یکدیگر می‌کوبیده‌اند اما بافت شکنندهٔ استخوان‌های جمجمه نشان می‌دهد که هدف ضربه‌ها جاهای نرم‌تری مثل پهلوها بوده است.

سراتوپس‌ها
کرگدن‌هایی که گل کاشتند!

سراتوپس‌ها[1]، یا همان دایناسورهای شاخ‌دار، درست مانند هادروسورها[2] (← فصل ۱۷) یکی از متنوع‌ترین گروه‌های دایناسورها بودند که در کرتاسهٔ بالایی، یعنی اواخر دوران دایناسورها، شکوفا شدند. اگرچه سراتوپس‌ها و هادروسورها متعلق به گروه‌هایی متفاوت از دایناسورهای اورنی‌تیسکین بوده‌اند، شباهت‌های جالب آن‌ها که بر اثر تکامل هم‌گرا (← فصل ۳۴) پیدا شده، زیاد است. از جمله اینکه سراتوپس‌ها نیز به سمت غول‌پیکر شدن و حرکت چهارپا تکامل‌یافته‌اند، آرواره‌های متناسب با گیاه‌خواری و خشاب‌دندانی پیدا کردند و تنوع زیادی در شکل جمجمه دارند. البته سراتوپس‌ها ویژگی‌های منحصربه‌فردی نیز دارند: شاخ‌های آن‌ها یادآور شاخ کرگدن و گاوسانان است، یقه‌های استخوانی آن‌ها مثل کاکل هادروسورها در انتخاب جفت نقش داشته، و منقارهای فوق‌العاده قوی داشته‌اند. شاید که سراتوپس‌ها مانند گرازهای امروزی گاهی به سراغ گوشت هم می‌رفته‌اند.

پیدایش و تکامل سراتوپس‌ها

قدیمی‌ترین و ابتدایی‌ترین سراتوپس شناخته‌شده، یین‌لونگ[3] است که در اواخر ژوراسیک در آسیا زندگی می‌کرد. این دایناسور کوچک ۱/۵ متری، ظاهری شبیه به هترودونتوسوریدها و پاکی‌سفالوسورهای ابتدایی (← فصل ۱۸-۱۹) داشت و گیاه‌خواری دونده، کوچک و بداخلاق بود که عادت‌داشت با دندان‌های نیشش گاز بگیرد و اخم‌کند و اگر در جنگل‌های سرسبز آن زمان، حیوان کوچک یا لاشه‌ای مرده می‌دید، ممکن بود هوس خوردن گوشت هم به سرش بزند! البته بعضی ویژگی‌های خاص اما جزئی این دایناسور میلیون‌ها سال بعد باعث موفقیت نسل‌های بعدی او شد که از همه مهم‌تر استخوان کوچکی به نام روسترال[4] بود که در نوک آروارهٔ بالا پیدا شد و از منقار شاخی این دایناسور به‌خوبی حمایت می‌کرد. از سراتوپس‌های دیگر اواخر ژوراسیک اطلاعات زیادی نداریم. سیتاکوسورِس[5] سراتوپس بعدی است که در اوایل کرتاسه می‌زیست و خوشبختانه اطلاعات زیادی از این دایناسور داریم. سیتاکوسورِس بسیار متنوع و موفق بود. گونه‌های مختلف سیتاکوسورِس، طی مدت‌زمانی حدود ۴۰ میلیون سال در مناطق مختلف آسیا، از بیابان‌ها تا مناطق جنگلی مرطوب، سواحل و کوهستان‌ها پراکنده بودند. پس از سیتاکوسورِس، سراتوپس‌های بعدی جمجمه‌های بزرگ‌تر و همین‌طور یقه‌های پس‌سری بهتری پیدا کردند که وظیفهٔ اصلی آن‌ها حمایت از ماهیچه‌های آرواره بود اما این یقه‌ها مورد استفادهٔ مهم دیگری نیز پیدا کردند و آن همان بود که در هادروسورها نیز باعث تنوع ظاهر جمجمه شده بود؛ یعنی، نمایش دادن و خط و نشان‌کشیدن نرها برای هم بر سر انتخاب جفت. مراحل بعدی تکامل سراتوپس‌ها از لیائوسراتوپس[6] نیم‌متری و ۲ کیلوگرمی تا سراتوپسیدهای چندتنی کرتاسهٔ بالایی، با بزرگ‌شدن اندازهٔ یقهٔ استخوانی، بزرگ‌تر شدن سر، قوی‌ترشدن آرواره و اندک‌اندک پیدایش شاخ‌های کوچک و بزرگ روی نوک پوزه و بالای چشم‌ها امتداد یافت. سراتوپسیدها خانواده‌ای متنوع و رنگارنگ از دایناسورهای کرگدن‌مانند و اغلب غول‌پیکر بودند که در فصل آینده به آن‌ها خواهیم‌پرداخت.

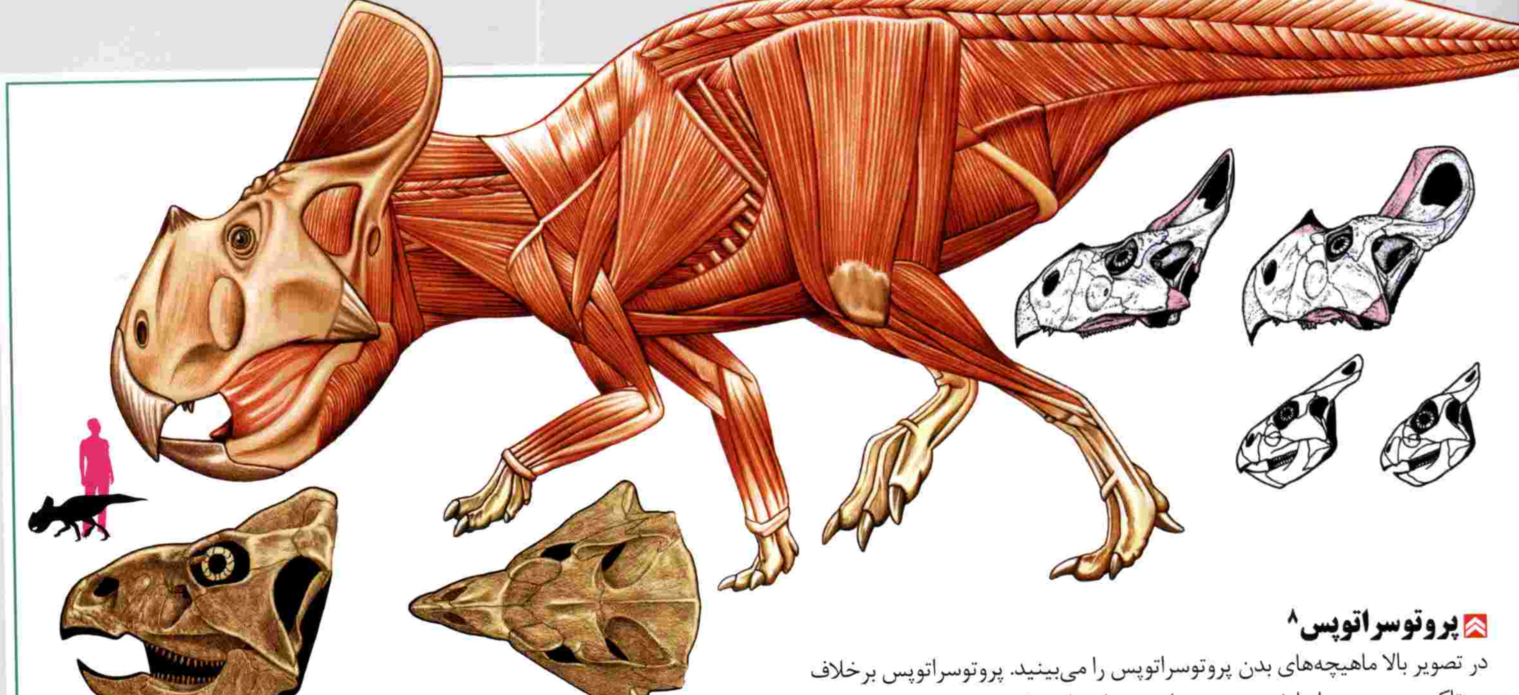


یکی از ویژگی‌های سیتاکوسوریدها، که آن‌ها را از سراتوپس‌های دیگر متمایز می‌کند، به‌جز شکل طوطی‌مانند سر، کوچک‌شدن انگشتان چهارم و پنجم دست‌هاست.

طوطی شاخ‌دار: متنوع‌ترین دایناسور

سیتاکوسورِس یکی از ابتدایی‌ترین سراتوپس‌های شناخته‌شده است. سر و منقار طوطی‌مانند و دندان‌های مستحکم این دایناسور نشان‌دهندهٔ تغذیهٔ او از دانه‌های سخت گیاهان است. این دایناسور دارای سنگدان نیز بوده است. سیتاکوسورس دست‌کم ده گونهٔ مختلف داشته و از ۱۴۰ تا ۱۰۰ میلیون سال پیش در شرق آسیا زندگی می‌کرده است. سنگواره‌های این دایناسور نشان می‌دهد که پرهایی بلند و ضخیم در پشت بدن، به‌خصوص پشت دم حیوان، به‌شکل یال وجود داشته است. در تصاویر سمت راست، اسکلت و جمجمهٔ این دایناسور و بازسازی ظاهر سر این حیوان در زمان زندگی‌اش دیده می‌شود. به شاخ‌های روی گونه‌ها و استخوان جدیدی که در نوک آروارهٔ بالای دیده می‌شود، توجه کنید. این استخوان جدید روسترال نام دارد و باعث استحکام بیشتر منقار سراتوپس‌ها می‌شود. اگر به جمجمهٔ این دایناسور دقت کنید، می‌توانید برجستگی‌های روی گونه و نیز امتداد استخوان‌های پشت سر برای تشکیل یقهٔ پس‌سری را ببینید. مهم‌ترین وظیفهٔ این یقه بزرگ‌تر کردن تکیه‌گاه ماهیچه‌های قدرتمند آرواره‌ها بوده است. البته در سراتوپس‌های بعدی یقه بزرگ‌تر می‌شود و حالت نمایشی پیدامی‌کند. اسکلت این دایناسور نیز شکل کلی بدن این حیوان را نشان می‌دهد. طول بدن سیتاکوسورِس تنها ۱/۵ تا ۲ متر بوده است. این حیوان همیشه روی دو پای عقبی راه می‌رفته است، اما هرچه وزن سراتوپس‌های بعدی بیشتر می‌شده تمایل آن‌ها برای راه‌رفتن روی چهارپا افزایش می‌یافته است. گونه‌های مختلف سیتاکوسورِس وزن‌ها و اندازه‌های مختلفی داشته‌اند. کمترین و بیشترین وزن آن‌ها به ترتیب، ۵ و ۱۵ کیلوگرم بوده است.

1- Ceratopsia 2- Hadrosauria 3- *Yinlong* 4- Rostral 5- *Psittacosaurus* 6- *Liaoceratops*
7- *Prenocephale*



پروتوسراتوپس[8]

در تصویر بالا ماهیچه‌های بدن پروتوسراتوپس را می‌بینید. پروتوسراتوپس برخلاف سیتاکوسورس چهارپا شده بود و ماهیچه‌های بازو و کتف قدرتمندی داشت اما قوی‌ترین و مهم‌ترین ماهیچه‌های این دایناسور در گردن و سرش قرارگرفته بود. ماهیچه‌های آرواره از یک طرف به یقهٔ استخوانی و از طرف دیگر به آروارهٔ پایین متصل بودند. این ماهیچه‌ها قدرت زیادی برای آرواره‌ها و منقار بزرگ این دایناسور فراهم می‌آوردند. در سراتوپس‌ها بخش مهمی از تغییرات جمجمه، به ویژگی‌های ثانویهٔ پس از بلوغ مربوط می‌شدند (مثل یال در شیر نر) و در حیوان نر و ماده با هم متفاوت‌اند. هم نر و هم ماده دندان‌های نیش کوچکی دارند که نشان‌دهندهٔ خویشاوندی آن‌ها با هترودونتوسوریدهاست. نمونه‌ای که یقهٔ استخوانی بزرگ‌تری دارد و برجستگی شاخ‌مانند نوک پوزه‌اش بزرگ‌تر است، حیوان نر، و نمونهٔ دیگر ماده است. دو جمجمهٔ کوچک‌تر مربوط به بچه‌های پروتوسراتوپس اند که یکی به تازگی متولد شده و دیگری سن بیشتری دارد اما هنوز بالغ نشده است.

لپتوسراتوپس[9]

بارزترین ویژگی لپتوسراتوپسیدها[10]، خمیدگی و قوی بودن آروارهٔ پایین آن‌هاست. آن‌ها دندان‌های نیش خود را از دست‌داده‌اند؛ شاید به این دلیل که با وجود آرواره‌های فوق‌العاده قوی به آن‌ها نیازی احساس نمی‌کرده‌اند! در تصویر بالا، جزئیاتی مانند یقهٔ پس سری، برجستگی شاخ‌مانند دو طرف گونه‌ها و استخوان روسترال نوک‌تیز سراتوپس‌ها را می‌توانید ببینید.

سنوزوئیک Cenozoic
پالئوژن Paleogene
۶۵
مزوزوئیک Mesozoic
کرتاسه Cretaceous
۱۴۵
ژوراسیک Jurassic

سراتوپسیدها Ceratopsidae
زونی‌سراتوپس *Zuniceratops*
لپتوسراتوپسیدها Leptoceratopsidae
پروتوسراتوپسیدها Protoceratopsidae
لیائوسراتوپس *Liaoceratops*
سیتاکوسوریدها Psittacosauridae
چائویانگسوروس *Chaoyangsauris*
ین‌لونگ *Yinlong*
پاکی‌سفالوسورها Pachycephalosauria
سراتوپس‌ها Ceratopsia
مارجینوسفال‌ها Marginocephalia

پیدایش شاخ‌های بالای چشم، کشیده‌شدن پوزه و منقار، افزایش طول استخوان‌های پیش‌دندانی در نوک آروارهٔ پایینی و روسترال در نوک آروارهٔ بالایی

بزرگ‌شدن حفرهٔ بینی، استخوان‌های دکمه‌ای کوچک لبهٔ یقهٔ پس‌سری را پوشانده‌اند، وجود دست‌کم دو دندان در هر جایگاه دندانی (مانند هادروسورها: ← فصل ۱۷)، هر دندان دو ریشه دارد، دست‌کم ده مهرهٔ خاجی، بلندتر شدن ران از ساق، ناخن‌های سُم‌مانند در انگشتان پا

بزرگ‌شدن یقهٔ پس سری، خمیده‌شدن استخوان نشیمنگاهی، اتصال مهره‌های گردن به هم برای تحمل وزن سر، برجسته‌شدن شاخ نوک پوزه

بزرگ‌شدن حفرهٔ بینی و بالاآمدن این حفره نسبت به نوک پوزه، تشکیل دو برجستگی تیز در دو طرف سر روی استخوان‌های گونه

بزرگ‌شدن سر، زاویه‌دارشدن لبهٔ استخوان روسترال در نوک پوزه، شیاردارشدن دندان‌ها

پیدایش استخوان روسترال در قسمت جلوی آروارهٔ بالایی، امتداد استخوان‌های آهیانه و صدفی به سمت پس سر

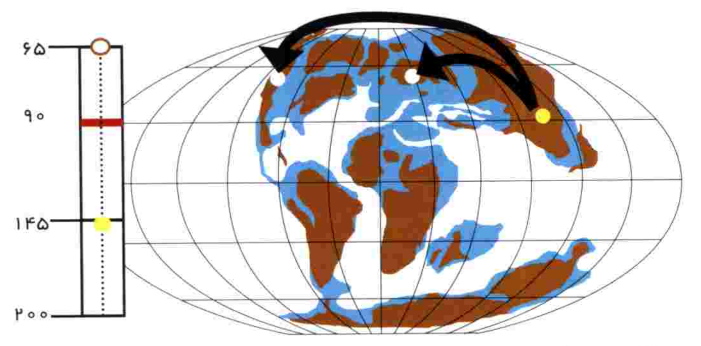
8 - *Protoceratops* 9- *Leptoceratops* 10- Leptoceratopsidae

گیاه‌خوار شجاع

پروتوسراتوپس دو متری یکی از دایناسورهایی است که پرشمارترین سنگواره‌ها از آن به‌دست آمده است؛ سنگواره‌هایی در سنین و حالت‌های مختلف که از جمله آن‌ها سنگوارهٔ فوق‌العاده جالبی است که پروتوسراتوپس را در حال جنگیدن نشان می‌دهد. این حیوان گرچه گیاه‌خوار بوده اما مثل گراز و اسب آبی حوصلهٔ هیچ مزاحمی را نداشته است. به‌خصوص، اگر مزاحمی مثل این ولاسی‌راپتور[1] (← فصـ

۴۵) هوس شکار پروتوسراتوپس به سرش می‌زده، پروتوسراتوپس با آرواره‌های فوق‌العاده قدرتمندش به‌راحتی می‌توانسته است سر یا دست‌وپای حیوان مزاحم را قطع کند. سراتوپس‌ها به‌شدت گیاه‌خوار و در این مورد مشکل‌پسند و حرفه‌ای بوده‌اند اما مثل گرازها گاهی سری به گوشت هم می‌زده‌اند.





پراکنش نخستین سراتوپس‌ها

تکامل و پراکندگی سراتوپس‌های ابتدایی

سراتوپس‌ها برای نخستین بار در آسیا ظاهرشدند و در چند مسیر مختلف به آمریکای شمالی نیز رفتند. آثار سراتوپس‌های ابتدایی در اروپا نیز پیدا شده است.

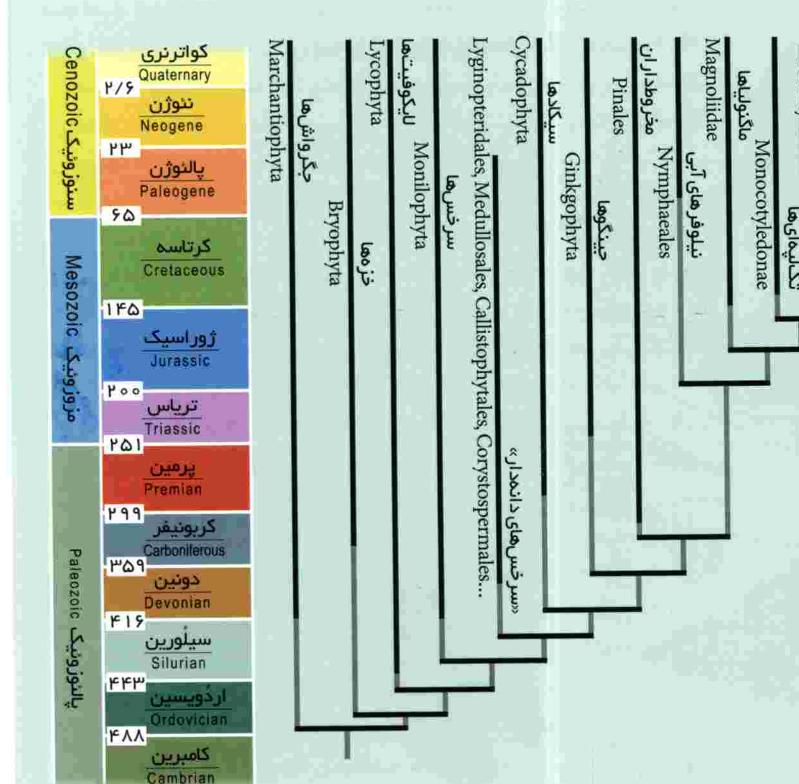


قدیمی‌ترین گیاه گل‌دار

آرکیوفروکتوس[2] قدیمی‌ترین گیاه گل‌دار شناخته‌شده است، اما به‌هیچ وجه «ابتدایی‌ترین» گیاه گل‌دار نیست. به‌نظر می‌رسد که این گیاه خویشاوند خیلی قدیمی نیلوفرهای آبی است و باید از گیاهان گل‌دار درختی تکامل‌یافته باشد. ابتدایی‌ترین گیاهان گل‌داری که امروز زنده‌اند، نیلوفرهای آبی، درختان همیشه‌بهار مثل ماگنولیا یا گیاه آشنای برگ بو هستند.

تکامل گروه‌های اصلی گیاهان خشکی‌زی

به زمان توسعهٔ گیاهان گل‌دار، که هم‌زمان با پراکنش بسیاری از دایناسورهای گیاه‌خوار مثل مارجینوسفال‌ها و هادروسورها در دورهٔ کرتاسه است، توجه کنید.



1- *Velociraptor* 2- *Archaeofructus* 3- Primates 4- Coevolution 5- *Ginkgo*

تکامل هم‌بسته چیست؟

تکامل دایناسورهای گیاه‌خواری مثل نوک‌اردکی‌ها (→ فصل ۱۷) و دایناسورهای شاخ‌دار تا حد زیادی وابسته به تکامل گیاهان گل‌دار بود. آن‌ها برای تغذیه از این گیاهان دارای دندان‌هایی ویژه‌شدند که در میان مهره‌داران بی‌نظیر بود. گیاهان گل‌دار نیز برای پراکندن گرده‌ها و دانه‌های خود به این دایناسورها نیاز داشتند. به‌جز این دایناسورهای گیاه‌خوار، جانوران دیگری نیز بودند که رابطهٔ بوم‌شناختی تنگاتنگی با گیاهان برقرار کردند. گروه‌های زیادی از دایناسورهای شکارچی - ازجمله برخی پرندگان - اندک‌اندک خوردن گوشت را کنار گذاشتند و به تغذیه از محصولات جدید گیاهان گل‌دار روی‌آوردند (→ فصل ۳۲، ۳۸، ۴۰، ۴۲، ۴۴، ۴۷ و ۴۸). پستانداران گروه دیگری بودند که بلافاصله به سراغ گیاهان جدید رفتند. راستهٔ نخستی‌ها[3] (میمون‌ها) یکی از نخستین گروه‌های پستانداران بودند که به‌طور تخصصی به زندگی روی درخت و تغذیه از میوه‌ها وابسته‌شدند. تکامل همهٔ این گروه‌های مهره‌دار در مقایسه با وابستگی دوطرفهٔ حشرات و گیاهان گل‌دار اهمیت چندانی ندارد. طی تکامل، هم گیاهان گل‌دار و هم جانوران به‌هم وابسته می‌شوند. هر دو طرف برای تطابق بیشتر با این شرایط تغییراتی می‌کنند و این رابطه تنگ‌تر می‌شود؛ مثلاً گیاهی که برای پراکندن دانه‌هایش به گروه خاصی از دایناسورهای گیاه‌خوار وابسته‌شده است، هرچه می‌گذرد مواد غذایی بیشتر و خوش‌مزه‌تری برای جذب دایناسور می‌سازد. در حقیقت، دایناسور گیاهانی را که میوهٔ شیرین‌تری دارند، برمی‌گزیند. بدین‌ترتیب، بذر شیرین‌ترین گیاهان را می‌پراکند و بی‌خبر، دست به «اصلاح نژاد» گیاه مورد علاقه‌اش می‌زند؛ فرایندی که ما به آن انتخاب طبیعی می‌گوییم (→ فصل ۴). گیاه نیز متقابلاً دایناسور را «اصلاح نژد» می‌کند؛ مثلاً با شیرین‌تر و سرخ‌رنگ‌تر کردن میوه‌هایش، باعث موفقیت دایناسورهایی می‌شود که بهتر می‌توانند رنگ سرخ و مزهٔ شیرین را تشخیص‌دهند. به این ترتیب، پس از چند میلیون سال، گیاهانی خواهیم‌داشت که جز به‌کمک این حیوانات گیاه‌خوار توانایی پراکندن دانه‌هایشان را ندارند و نیز دایناسورهایی که جز به میوه‌های شیرین و آبدار این گیاهان راضی‌نمی‌شوند! در این فرایندِ دوطرفه، هردو گروه نفع‌می‌برند و البته همواره برای طرف مقابل، درحال تغییر و تکامل‌اند. ما به این پدیدهٔ تکاملی، «تکامل هم‌بسته»[4] می‌گوییم.

تکامل هم‌بسته را نباید با تکامل هم‌گرا (→ فصل ۳۴) اشتباه‌کرد! تکامل هم‌بسته در مقیاس‌های مختلفی رخ می‌دهد: جهش‌هایی که در چند جای مختلف ژن‌ها رخ می‌دهند و اثر یکدیگر را تشدید می‌کنند، نمونه‌هایی از تکامل هم‌بسته در مقیاس مولکولی هستند! تکامل انگل‌ها و میزبان‌ها اغلب به سمتی می‌رود که میزبان کمترین آسیب را ببیند و انگل بیشترین سود را ببرد. به‌تدریج، برخی انگل‌ها برای میزبان سودمند هم می‌شوند. تکامل انگل و میزبان نمونهٔ دیگری از تکامل هم‌بسته است. در تکامل هم‌بسته، میان جانوران و گیاهان، همیشه رابطهٔ غذایی برقرار نیست. در آمریکای مرکزی گونه‌هایی از گیاه اقاقیا زندگی‌می‌کنند که دارای خارهایی سرشار از شهد شیرین شده‌اند. این خارها هیچ ربطی به تولیدمثل اقاقیا ندارند، اما گونه‌ای مورچه در کنار این گیاهان زندگی می‌کند که غذایش همین شهد است و از اقاقیا در برابر حشرات گیاه‌خوار محافظت می‌کند.

لپتوسراتوپس و گیاهان مورد علاقه‌اش

گیاهان گل‌دار در دورهٔ کرتاسه در روی زمین پراکنده شدند. نزدیک‌ترین خویشاوندان گیاهان گل‌دار، مخروط‌داران (مثل سرو، کاج و سرخ‌دار) و نیز درختانی بسیار زیبا به اسم جینگو[5] یا درخت معبدند. جینگو گیاهی بسیار قدیمی است که برگ‌هایی بادبزن‌مانند و دوتکه دارد و از زمان دایناسورها تا امروز باقی‌مانده است. گیاهان گل‌دار اولیه ظاهری شبیه گیاه ماگنولیای امروزی داشتند. این لپتوسراتوپس کوچولوی یک و نیم متری که ۶۵ میلیون سال پیش در جنگل‌های مرتفع و سردسیر آمریکای شمالی زندگی می‌کرد، هم جینگو دوست داشت، هم گل‌ها و میوه‌های خوش‌رنگ و بو و شیرین را!



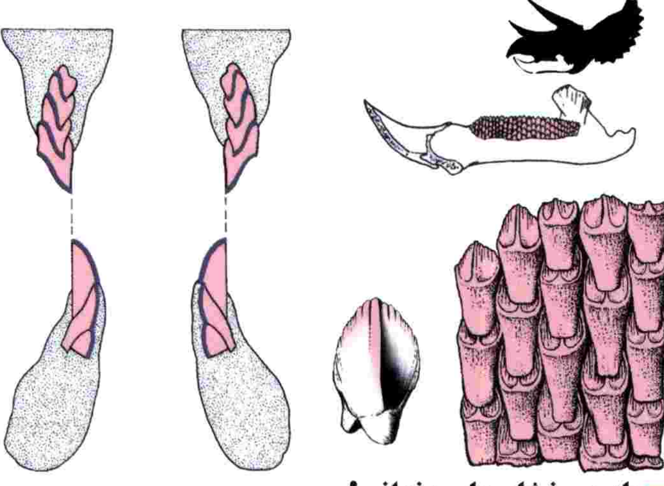
گیاهان گل‌دار اولیه (مثل درخت ماگنولیا) همیشه بهار بودند و خزان نمی‌کردند.
در آن زمان، هنوز گیاهان گل‌دار تک‌لپه‌ای (مثل گندم و نخل) در زمین پخش نشده بودند.

سراتوپسیدها
اژدهایان گاوسر

سراتوپسیدها[1] گلِ‌سرسبدِ تکامل سراتوپس‌ها بودند که در دورهٔ کرتاسهٔ بالایی به‌سرعت در غرب آمریکای شمالی پراکنده شدند. سراتوپسیدها شامل دو تبار بزرگ بودند: کاسموسورین‌های[2] بزرگ‌تر با یقه‌های استخوانی بزرگ در پس کله‌هایشان، و سنتروسورین‌های[3] کوچک‌تر با شاخ‌های کرگدن‌مانند بزرگ روی بینی. سنتروسورین‌ها چند میلیون سال پیش از انقراض دیگر دایناسورها منقرض‌شدند اما برخی کاسموسورین‌ها تا آخرین روزهای دوران مزوزوئیک زنده بودند. برخی از آن‌ها دارای بزرگ‌ترین جمجمه در میان همهٔ جانوران بوده‌اند. این دایناسورها بخش مهمی از تنوع گیاه‌خواران آمریکای شمالی (و شاید قسمت‌های مرطوب‌تر آسیا) در کرتاسهٔ بالایی بودند. شباهت ظاهری آن‌ها با کرگدن نباید منجر به این اشتباه شود که کرگدن از نسل این دایناسورهاست. در جای دیگر مورد این پدیدهٔ تکاملی که به شباهت جانوران مختلف منجر می‌شود، توضیح می‌دهیم (← فصـ. ۳۴).

پیدایش و تکامل سراتوپسیدها

سراتوپسیدها تنها در کرتاسهٔ بالایی پیدا شدند و توسعه یافتند. همهٔ سراتوپسیدها (بـه جز دو نمونه) در غرب آمریکای شـمالی زندگی می‌کردند. تورانوسـراتوپس[4] ابتدایی‌ترین سراتوپسید بود که در آسیای مرکزی زندگی می‌کرد. ساینوسراتوپس[5]، ابتدایی‌تریـن عضـو زیرخانـوادهٔ سنتروسـورین‌ها، هـم در چین می‌زیسـت. اما زونی‌سراتوپس[6]، نزدیک‌ترین خویشاوند سراتوپسیدها، ساکن آمریکای شمالی بود. بنابراین، بعید نیسـت که این خانواده در آمریکای شـمالی ظاهرشده باشند. جثهٔ تورانوسراتوپس و زونی‌سراتوپس به‌اندازهٔ گاو بود اما سراتوپسیدهای پیشرفته‌تر بسیار بزرگ‌تر بودند. خانوادهٔ سراتوپسـیدها به دو تبار بزرگ تقسیم می‌شود: زیرخانوادهٔ سنتروسـورین‌ها و زیرخانوادهٔ کاسموسورین‌ها. سنتروسورین‌ها پوزه‌هایی عمیق‌تر و کوتاه‌تر، یقهٔ گردتر و دسـت‌کم دو شـاخ بلند روی یقه‌شان داشتند که در اغلب آن‌ها خمیده و تاب‌دار بود، اما کاسموسـورین‌ها پوزه‌هایی کشیده‌تر و کم‌عمق‌تر و یقه‌های کشیده و بلندی در پس سرشان داشتند. حفرهٔ بینی کاسموسورین‌ها نیز یک سـوراخ کوچک اضافی در جلوی سـوراخ بینی داشت. اغلب کاسموسورین‌ها تنها در شکل و اندازهٔ یقهٔ استخوانی با هم تفاوت داشتند. چند نمونهٔ ابتدایی، مثل کاسموسورِس[7] و یوتاسـراتوپس[8]، دارای شاخ‌های پشت‌چشمی نسبتا کوچک‌تری بودند. کاسموسـورین‌ها اغلب ۷ تا ۸ متر طول داشتند و وزنشان حدود ۳ تا ۵ تن بود. بزرگ‌ترین کاسموسورین‌ها ترای‌سراتوپس[9]، توروسورِس[10] و ائوترای‌سراتوپس[11] بودند که ۸ تا ۱۰ متر طول و ۷ تا ۱۰ تن وزن داشتند. توروسورس بزرگ‌ترین جمجمه را در میان همهٔ جانوران دارد. نخسـتین سنتروسورین‌ها، مثل دایبلوسراتوپس[12] و آلبرتاسـراتوپس[13]، هنوز شاخ‌های بلند بالای چشم‌هایشـان را داشتند اما در انواع بعدی شاخ‌های بالای چشم کوتاه‌شدند و درعوض، در نوک پوزه‌ها شاخ‌های بزرگی روییدند. در استایراکوسـورِس[14] و روبیوسـورِس[15] تعداد شاخ‌های بزرگ روی یقه بیشـتر بوده اسـت. آی‌نیوسـورِس[16] شـاخ بزرگی روی بینی‌اش داشت که به‌نحو عجیبی به سـمت جلو خم شده بود. آکیلوسـورِس[17] و پاکی‌راینوسورِس[18] به‌جای یک شـاخ نوک‌تیز، تودهٔ اسـتخوانی نامنظم و سـنگینی روی بینی داشتند. شاید روی این تودهٔ اسـتخوانی را شاخی بزرگ و بسیار سنگین می‌پوشانده است. اندازهٔ اغلب سنتروسورین‌ها، از جمله خود سنتروسورِس[19]، ۵ تا ۶ متر و وزن آن‌ها حدود یک تا ۱/۵ تن بود. ساینوسراتوپس و پاکی‌راینوسورِس با ۸ متر طول و ۳ تن وزن، بزرگ‌ترین سنتروسورین‌ها بوده‌اند.

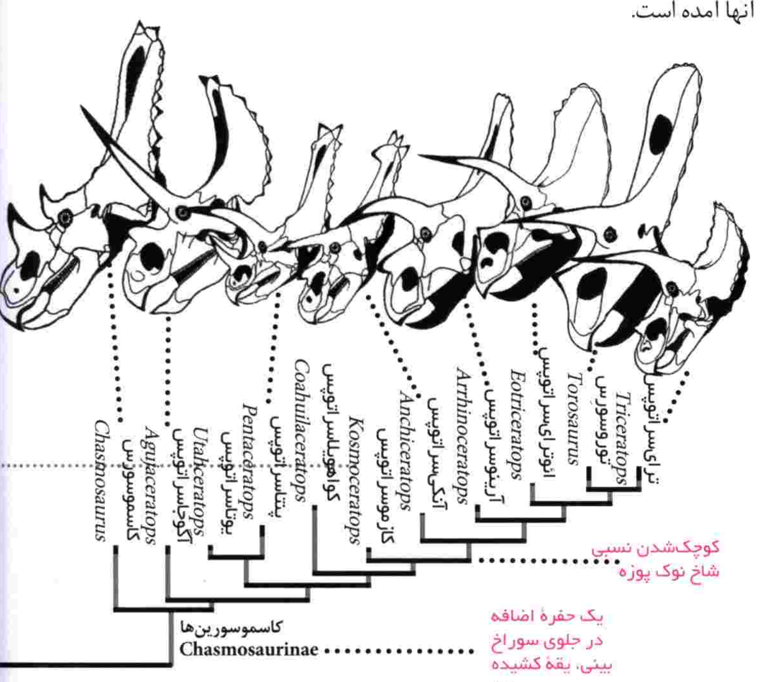


باز هم خشاب‌های دندانی!

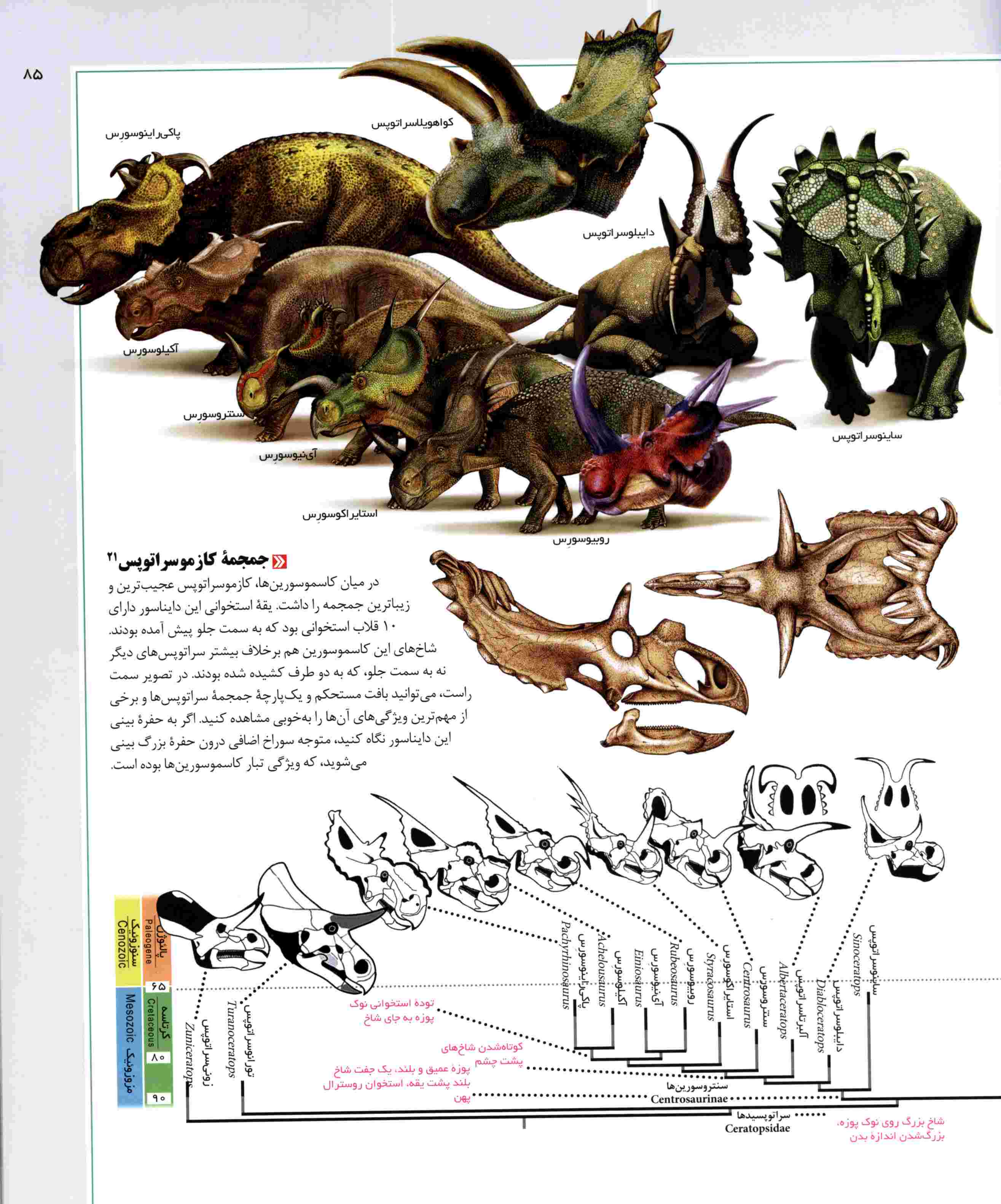
درسـت مانند هادروسـوریدها (← فصـ. ۱۷)، در دهان سراتوپسـیدها دندان‌های متعددی روی هم انباشـته شده بودند و مجموعهٔ دندان‌های آروارهٔ بالایی و پایینی مثل دو تکه کاغذ سنباده که روی هم ساییده می‌شوند، وظیفهٔ جویدن الیاف گیاهی را به عهده داشتند. البته برخلاف هادروسورها که استخوان‌های آروارهٔ بالایی آن‌ها به دو طرف بازمی‌شـدند، جمجمهٔ محکم و یک‌پارچهٔ سراتوپسیدها چنین قابلیتی نداشـت. اما درعوض ماهیچه‌های فوق‌العاده قدرتمند آروارهٔ آن‌ها می‌توانست حتی چوب را هم خرد کند.

نیمی از یک خانوادهٔ خوشبخت

سنتروسورین‌ها یکی از دو تبار اصلی سراتوپس‌ها بودند. سراتوپس‌ها زندگی گله‌ای داشتند و اغلب در گله‌هایی شامل چند گونه، و حتی در کنار دایناسورهای گیاه‌خوار دیگر، زندگی می‌کردند. تنها در فصل جفت‌یابی بود که افراد هرگونه از روی شکل شـاخ‌ها و الگوهای رنگی افراد گله می‌توانستند افراد گونهٔ خودی را شناسایی کنند. در تصویر صفحهٔ روبه‌رو، برخی از سنتروسـورین‌ها را می‌توانید در کنار هم ببینید. برای مقایسه، یک نمونه از کاسموسورین‌ها به نام کواهویلاسراتوپس[20] هم در کنار آنها آمده است.



1- Ceratopsidae 2- Chasmosaurinae 3- Centrosaurinae 4- *Turanoceratops* 5- *Sinoceratops* 6- *Zuniceratops* 7- *Chasmosaurus* 8- *Utahceratops* 9- *Triceratops* 10- *Torosaurus* 11- *Eotriceratops* 12- *Diabloceratops* 13- *Albertaceratops* 14- *Styracosaurus* 15- *Rubeosaurus* 16- *Einiosaurus* 17- *Achelousaurus* 18- *Pachyrhinosaurus* 19- *Centrosaurus* 20- *Coahuilaceratops*



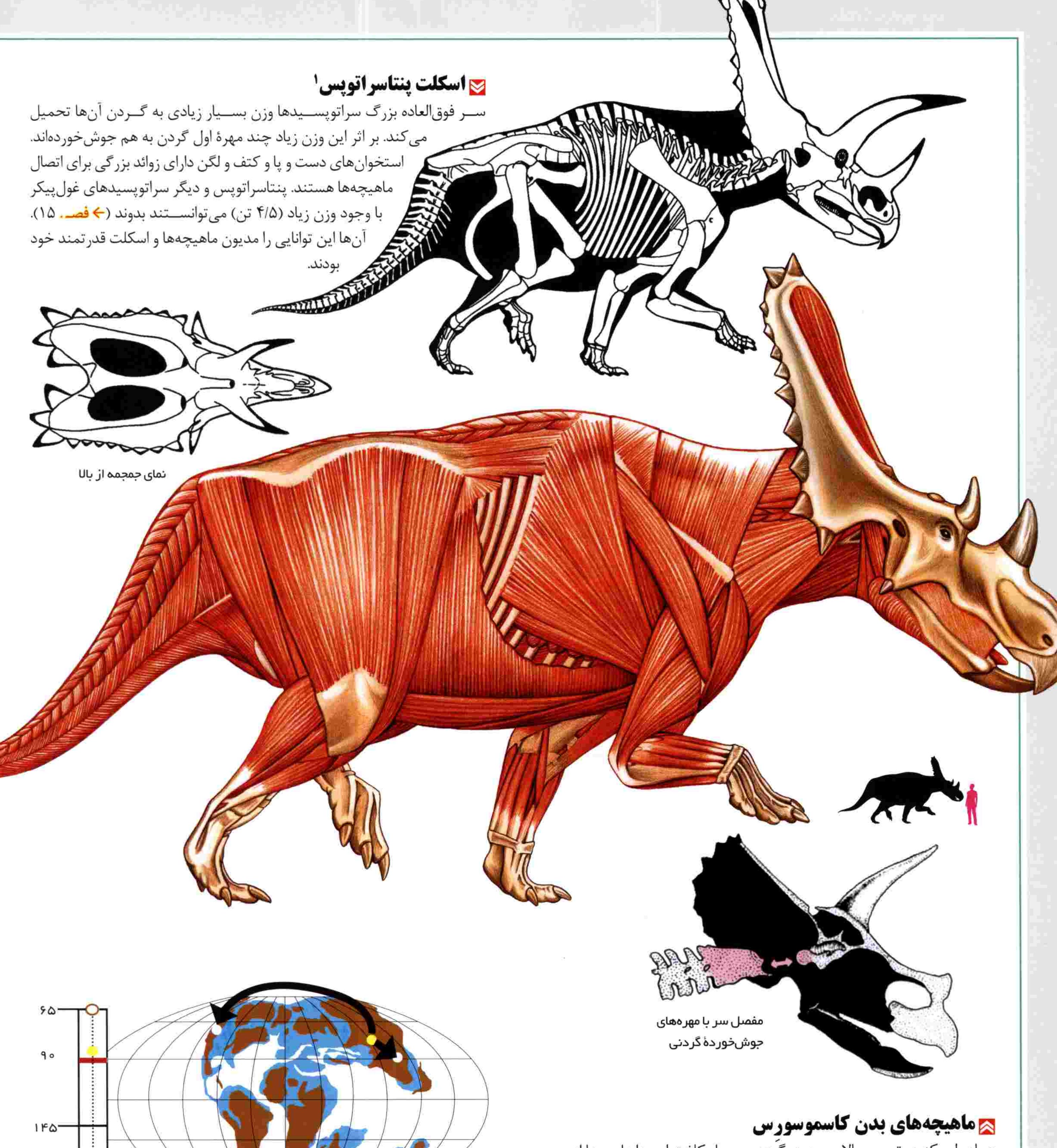
جمجمهٔ کازموسراتوپس[21]

در میان کاسموسورین‌ها، کازموسراتوپس عجیب‌ترین و زیباترین جمجمه را داشت. یقهٔ استخوانی این دایناسور دارای ۱۰ قلاب استخوانی بود که به سمت جلو پیش آمده بودند. شاخ‌های این کاسموسورین هم برخلاف بیشتر سراتوپس‌های دیگر نه به سمت جلو، که به دو طرف کشیده شده بودند. در تصویر سمت راست، می‌توانید بافت مستحکم و یک‌پارچهٔ جمجمهٔ سراتوپس‌ها و برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های آن‌ها را به‌خوبی مشاهده کنید. اگر به حفرهٔ بینی این دایناسور نگاه کنید، متوجه سوراخ اضافی درون حفرهٔ بزرگ بینی می‌شوید، که ویژگی تبار کاسموسورین‌ها بوده است.

21- *Kosmoceratops*

اسکلت پنتاسراتوپس[1]

سر فوق‌العاده بزرگ سراتوپسیدها وزن بسیار زیادی به گردن آن‌ها تحمیل می‌کند. بر اثر این وزن زیاد چند مهرهٔ اول گردن به هم جوش‌خورده‌اند. استخوان‌های دست و پا و کتف و لگن دارای زوائد بزرگی برای اتصال ماهیچه‌ها هستند. پنتاسراتوپس و دیگر سراتوپسیدهای غول‌پیکر با وجود وزن زیاد (۴/۵ تن) می‌توانستند بدوند (← فصـ. ۱۵). آن‌ها این توانایی را مدیون ماهیچه‌ها و اسکلت قدرتمند خود بودند.



نمای جمجمه از بالا

مفصل سر با مهره‌های جوش‌خوردهٔ گردنی

پراکنش سراتوپسیدها

ماهیچه‌های بدن کاسموسورس

همان‌طور که در تصویر بالامی‌بینید، گردن بسیار کلفت این دایناسورها از حجم زیادی ماهیچه انباشته شده بود که وظیفهٔ نگهداری سر سراتوپسیدها را به‌عهده داشتند. به‌ماهیچه‌های دست و پا نیز دقت کنید؛ به‌ویژهٔ ماهیچهٔ پا که از بالا به تمام طول استخوان لگن متصل‌شده است.

1- *Pentaceratops*



پراکنش سراتوپسیدها در آمریکای شمالی و پدیدهٔ «بومی‌شدن»

قارهٔ آمریکای شمالی در دورهٔ کرتاسهٔ بالایی توسط دریایی وسیع به دو نیمهٔ شرقی و غربی تقسیم می‌شد. نیمهٔ غربی، که لارامیدیا نامیده می‌شود، مسکن بسیاری از دایناسورهای معروف مثل سراتوپسیدها، هادروسورها (← فصل ۱۷) و تیرانوسوریدها (← فصل ۳۷) بوده است (← فصل ۳). نیمهٔ شرقی آمریکای شمالی، که آپالاشیا نامیده می‌شود، در دورهٔ کرتاسه سرزمینی دیگر بوده و دایناسورهای متفاوتی داشته‌است. پیش‌تر چنین تصور می‌شد که همهٔ گونه‌های این دایناسورها در مناطق مختلف این سرزمین شمالی-جنوبی پراکنده بودند و الگویی جغرافیایی برای تکامل آن‌ها وجود نداشته‌است. بررسی پراکنش دایناسورها، به‌خصوص کاسموسورین‌ها، به‌همراه بررسی درخت تکاملی آن‌ها نشان می‌دهد که در این سرزمین شمالی-جنوبی چند عرض جغرافیایی مختلف وجود داشته که محل پیدایش گونه‌های جدید بوده است و اغلب، این گونه‌ها بومی همان منطقه باقی‌می‌مانده‌اند. تنها در چند میلیون سال آخر، که اغلب سراتوپسیدها منقرض شده بودند، گونه‌های باقی‌مانده مثل ترای‌سراتوپس سراسر سرزمین لارامیدیا را فتح‌کردند. در اینجا تصویر دو نمونه از این دایناسورهای بومی را می‌بینید: یوتاسراتوپس با سر زردرنگ و کازموسراتوپس با سر آبی‌رنگ. هر دوی این دایناسورها بومی مناطق میانی سرزمین لارامیدیا بوده‌اند.

انتخاب جفت و پیدایش تنوع

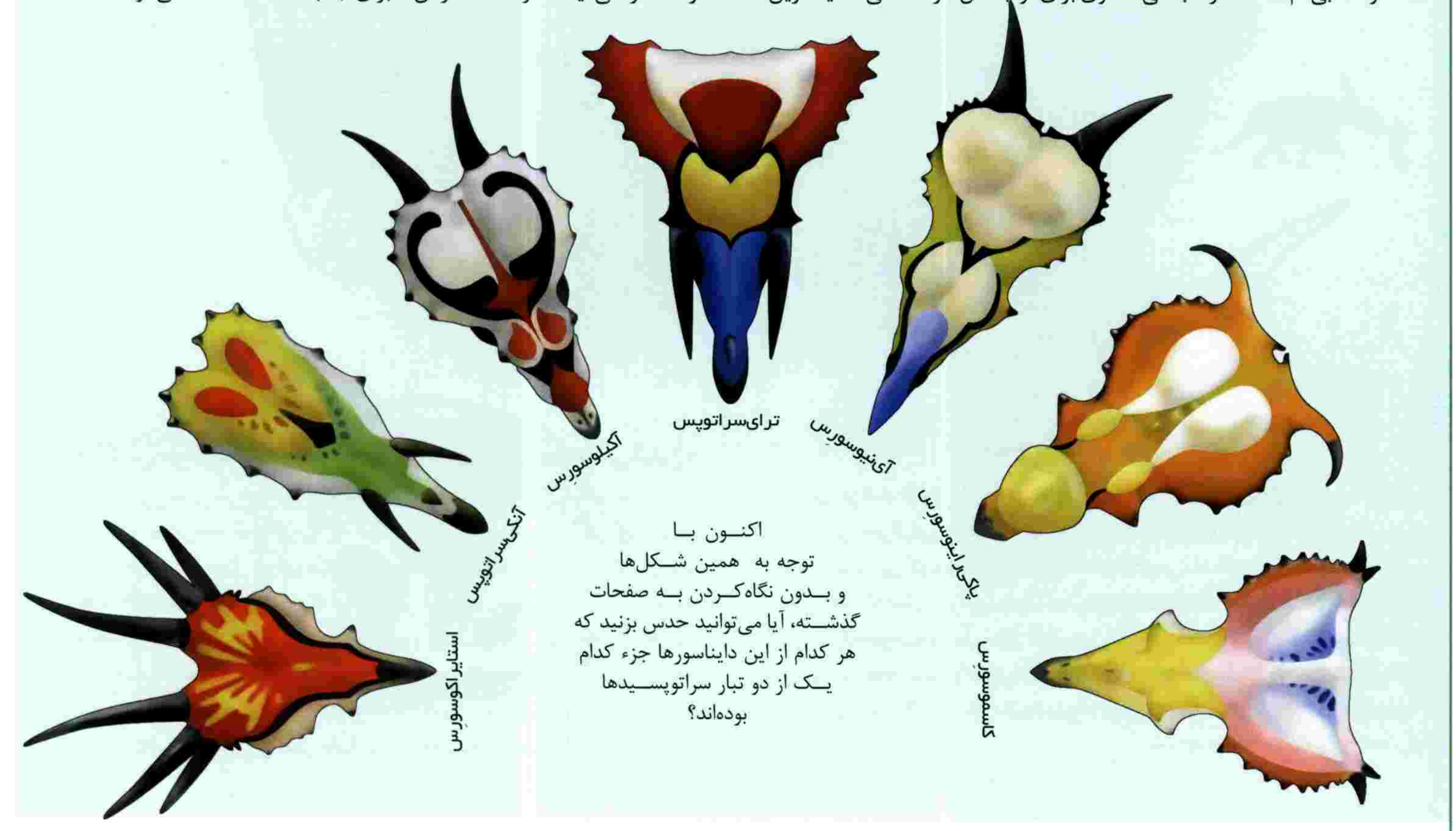
یکی از عجیب‌ترین پدیده‌های دنیای جانداران، شیوه‌های انتخاب جفت است. در اغلب جانداران، ماده‌ها هستند که باید جفت خود را از میان نرها انتخاب کنند. وظیفهٔ نرها در ابتدایی‌ترین حالت، تنها بارورکردن تخم‌هاست و ماده‌ها باید نری را که از بقیه سالم‌تر باشد و ژن‌های مناسبی برای نسل آینده به‌ارث بگذارد برای تولیدمثل انتخاب کنند. بنابراین، میان نرها رقابتی همیشگی برای پیشی‌گرفتن بر یکدیگر در زمینهٔ سرعت، زیبایی و قدرت وجود دارد. تعجبی ندارد که در اغلب جانوران، نرها نسبت به ماده‌ها زیباتر آفریده شده‌اند: یال شیر نر یا دم طاووس نر معیاری برای سنجش سلامتی آن‌ها محسوب می‌شود. به‌علاوه گاه برخی صفات ظاهراً «به‌دردنخور» به‌دلیل چنین معیاری بروز می‌کنند. دم طاووس یکی از همین صفات است که هیچ فایده‌ای برای طاووس نر ندارد، جز بالابردن بخت موفقیت آن در تولیدمثل. وانگهی دم طاووس هزینه‌هایی هم روی دست این حیوان نگون‌بخت می‌گذارد: طاووس‌های نر به خاطر دم بلندشان در برابر شکارچیانی مثل ببر بسیار بی‌دفاع‌ترند. اگر قرار باشد طاووس‌های نر دم‌دراز راحت‌تر توسط ببرها شکار شوند، پس چرا انتخاب‌طبیعی این صفت بی‌فایده و مضر را از طبیعت حذف‌نمی‌کند؟

پاسخی که من به‌عنوان معلم زیست‌شناسی به شاگردانم می‌دهم، تشبیه جمعیت طاووس‌ها به تیم فوتبال است. دو تیم فوتبال در نظر بگیرید که قرار است به زودی با هم مسابقه‌دهند. مربی یکی از این تیم‌ها تصمیم‌می‌گیرد شرایط تمرین سختی را به تیم خود تحمیل‌کند؛ مثلا ورزشکاران را مجبورمی‌کند وزنه‌های سنگینی به پای خود ببندند و هرکس که نتواند وزنه‌ها را تحمل‌کند، به بازی‌نمی‌رسد. به‌نظر شما کدام تیم در بازی برنده خواهد شد؟

برگردیم به طاووس‌ها؛ اگر دو گونه طاووس دم‌دراز و بدون دم داشته‌باشیم، طاووس‌های نر گلهٔ دم‌درازها با شرایط دشواری در زندگی روبه‌رو هستند و هر یک از آن‌ها که کوچک‌ترین ضعفی داشته باشد، بلافاصله توسط ببرها خورده می‌شود اما در گلهٔ بی‌دم‌ها، همهٔ نرها بختی مساوی برای تولیدمثل دارند؛ حتی ضعیف‌ترین آن‌ها. بدین‌ترتیب، طاووس‌های دم‌دراز ضعیف پس از مدتی حذف می‌شوند و فقط طاووس‌های خیلی قوی باقی‌می‌مانند اما در میان بی‌دم‌ها، چنین اتفاقی نمی‌افتد و افراد ضعیف، بچه‌های ضعیف به‌دنیا می‌آورند و ژن‌های آن‌ها هم‌چنان در میان نسل‌های بعد باقی‌می‌ماند. دقیقاً مانند شرایط یک مسابقه، طاووس‌های دم‌دراز برندهٔ اصلی هستند. درواقع میان جمعیت طاووس‌های دم‌دراز، طاووس‌های دم‌دراز ضعیف طعمهٔ ببرها شده‌اند، اما این هزینهٔ تسویهٔ ژن‌های معیوب از جمعیت آن‌ها است.

دقیقاً به همین دلیل، انتخاب جفت توسط ماده‌ها به یکی از مهم‌ترین سازوکارهای تضمین‌کنندهٔ بقای نسل گونه‌های جانوری تبدیل شده است و نرها در اغلب گروه‌های جانوران روش‌هایی برای جلب ماده‌ها دارند. رقابت میان نرهای قوی و زیبا، موجب تنوع چشمگیر موجوداتی تا این حد رنگارنگ و متفاوت در دنیای جانوران شده است. در دایناسورها هم چنین سازوکاری موجب پیدایش تنوعی فوق‌العاده شده است؛ همان‌طور که در دایناسورهای امروزی، یعنی پرندگان، هزاران گونهٔ رنگارنگ با همین سازوکار تنوع‌یافته و در جهان پراکنده شده‌اند. تکامل و گونه‌گونی تروسورها (← فصـ. ۹)، دایناسورهای شاخ‌دار، نوک‌اردکی‌ها (← فصـ. ۱۷) و نخستین دایناسورهای پرداری که دارای شاه‌پرهای بزرگ روی دست‌وبال خود شدند (← فصـ. ۴۲-۴۸)، مدیون همین سازوکار است.

در پایین این صفحه، تصویر چند نمونه از سراتوپسیدها را، با رنگ‌هایی که احتمالا در فصل تولیدمثل برای جلب توجه ماده‌ها به‌نمایش درمی‌آمده است، می‌بینید. نباید فراموش‌کنیم که سراتوپسیدها پستاندار نبوده‌اند، بلکه خویشاوندان نزدیک پرندگان به‌شمارمی‌روند. اغلب پستانداران (با چند مورد استثنایی مثل راستهٔ نخستی‌ها) دید رنگی ندارند؛ برای همین، رنگ‌های چشم‌گیر و خیره‌کنندهٔ پرندگان در پستانداران تکامل‌نیافته است اما دایناسورها، مثل پرندگان و خزندگان دیگر، رنگ‌ها را می‌دیده‌اند و احتمالاً از آن‌ها برای جلب ماده‌ها استفاده می‌کرده‌اند.



اکنون با توجه به همین شکل‌ها و بدون نگاه‌کردن به صفحات گذشته، آیا می‌توانید حدس بزنید که هر کدام از این دایناسورها جزء کدام یک از دو تبار سراتوپسیدها بوده‌اند؟

الگوی انقراض

سراتوپسـیدها جزء دایناسـورهایی بودند کـه تنها و تنها در کرتاسـۀ بالایی ظاهر شـدند؛ آن هم در زمانی که بسـیاری از دیگر گروه‌های دیگر دایناسورها پیشاپیش منقرض شده بودند. با وجود این، همۀ آن‌ها تا پایان دورۀ کرتاسه دوام نیاوردند. در زمانی که فاجعۀ انقراض دایناسـورها رخداد، تنها چند گونه، مثل ترای‌سراتوپس و توروسورِس، باقی مانده بودند و بقیۀ آن‌ها طی روندی مرموز، چند میلیون‌سـالی بود که منقرض شده بودند. این الگو را در تکامل و انقراض بسیاری گروه‌های دیگر هم می‌توان دید (← فصـ. ۹، ۱۷، ۳۷، ۴۴ و ۴۵). تأکید این کتاب بر مشخص‌کردن زمان دقیق تکامل و زندگی هر دایناسور در درخت‌های تکاملی برای این است که متوجه چنین الگویی شویم. در حقیقت، به‌نظر می‌رسد که پدیدۀ انقراض این دایناسورها صرفاً تقصیر سنگ‌های آسمانی نبوده است! بیشتر اوقات تغییر شـرایط محیط و دشوارشدن بقا، موجب تحلیل‌رفتن اندک‌اندک تنوع زیستی می‌شود و سپس، همه چیز ناگهان فرومی‌ریزد. این همان اتفاقی است که امروز هم به لطف فناوری‌های انسانی شاهدش هستیم (← فصـ. ۹ و ۴۹).

وقتی سراتوپسیدها عصبانی می‌شوند!

یک تیرانوسورید (← فصـ. ۳۷) که قصد دارد با شکار دایناسورهای گیاه‌خوار شکم خانواده‌اش را سـیر کند، با واکنش دو توروسورِس عصبانی روبه‌رو می‌شود. شواهد زیادی از جنگ سراتوپسـیدها با دایناسـورهایِ گوشت‌خوار وجود دارد؛ مثلاً جای گازگرفتگی تیرانوسورِس روی استخوان‌های یقۀ پس سری و لگن سراتوپسیدها که اطلاعات خوبی در مورد قدرت آروارۀ تیرانوسورِس به‌دست می‌دهد.



سوریسکین‌ها
اژدهایان گیاه‌خوار، گاوهای گوشت‌خوار

سوریسکین‌ها[1] گروهی بسیار بزرگ و متنوع از دایناسورهای گوشت‌خوار، همه‌چیزخوار و گیاه‌خوار بودند. بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین دایناسورها جزء همین گروه‌اند. برخلاف تصور بیشتر مردم، همهٔ دایناسورها در پایان کرتاسه منقرض نشده‌اند بلکه گروهی از دایناسورهای سوریسکین تا امروز به زندگی ادامه‌داده‌اند و امروزه متنوع‌ترین گروه مهره‌داران خشکی‌زی هستند. این گروه باقی‌مانده، همین پرندگان آشنا هستند. سوریسکین‌های دیگر هم با پرندگان امروزی تفاوت‌های چندان زیادی نداشته‌اند. حتی بزرگ‌ترین سوریسکین‌ها، یعنی سوروپودهای چهارپای گردن‌دراز غول‌پیکر گیاه‌خوار، مثل پرندگان استخوان‌هایی توخالی داشته‌اند که به کیسه‌های هوایی شش‌هایشان متصل بوده است تا وزن بدنشان را سبک کند. سوریسکین‌ها شامل دو گروه بزرگ و یک خانوادهٔ ابتدایی بودند: یکی سوروپودها[2] و خویشاوندان کوچک‌ترشان، که در مجموع سوروپودومورف‌ها[3] نامیده می‌شوند و دیگری هم پرندگان و خویشاوندان بزرگ‌ترشان که در مجموع تروپود[4] نام دارند. سوروپودومورف‌ها اغلب گیاه‌خوار (جز چند نمونهٔ ابتدایی) و تروپودها اغلب گوشت‌خوار بودند و در میان آن‌ها، تنها چند گروه همه‌چیزخوار و البته چند نمونهٔ کاملاً گیاه‌خوار وجود داشت. خانوادهٔ هریراسوریدها[5] نیز ابتدایی‌ترین تبار از دایناسورهای سوریسکین بودند.

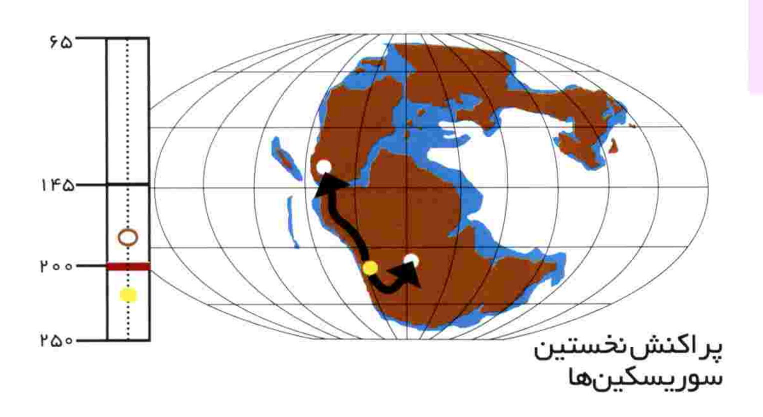
پیدایش و تکامل دایناسورهای سوریسکین

درست مانند دایناسورهای اورنی‌تیسکین[6] (← فصـ. ۱۱-۲۱) نخستین سوریسکین‌ها حیوانات نسبتاً کوچک پشمالویی بودند که در آمریکای جنوبی می‌زیستند. برخلاف نخستین اورنی‌تیسکین‌ها، سوریسکین‌های ابتدایی همگی شکارچی حیوانات کوچک و حشرات بودند. طی زمانی کمتر از پنج میلیون سال، این دایناسورهای کوچک در سه تبار تکامل یافتند:

۱. هریراسوریدها که خانواده‌ای از دایناسورهای شکارچی ۲ تا ۴ متری بودند و تا کنون تنها از آمریکای جنوبی و شمالی شناسایی شده‌اند.

۲. تروپودها (← فصـ. ۲۹-۴۸) که حیواناتی بسیار شبیه به هریراسوریدها بودند. حتی بسیاری از دانشمندان معتقدند که هریراسوریدها خود گروهی از دایناسورهای تروپود بوده‌اند. اغلب تروپودها شکارچی‌های کوچک ۲ تا ۳ متری بوده‌اند اما چندین گروه سنگین‌وزن (← فصـ. ۳۱-۳۳) و غول‌پیکر (← فصـ. ۳۴، ۳۵ و ۳۷) نیز در میان آن‌ها پیدا شده‌اند. پرندگان (← فصـ. ۴۷-۴۸) یکی از تبارهای تروپودها هستند که در اواخر دورهٔ ژوراسیک ظاهر شده‌اند و این بخت را داشته‌اند که تنها گروه باقی‌ماندهٔ دایناسورها در دوران سنوزوئیک باشند.

۳. سوروپودومورف‌ها (← فصـ. ۲۳-۲۸) تبار بسیار متنوع دیگری هستند که به جز چند نوع ابتدایی‌شان، همگی گیاه‌خوار، سنگین‌وزن، چهارپا و گردن‌دراز بوده‌اند. سوروپودومورف‌ها در کنار دایناسورهای اورنی‌تیسکین مهم‌ترین گیاه‌خواران دوران مزوزوئیک بوده‌اند. سوروپودومورف‌های ابتدایی‌تر (← فصـ.۲۳-۲۴) بعضاً کوچک‌تر و دوپا و یکی دو نمونه از آن‌ها همه‌چیزخوار بودند. این نمونه‌های حدواسط در اوایل ژوراسیک در رقابت با پسرعموهای غول‌پیکرشان (سوروپودها: فصل ۲۴-۲۸) شکست‌خوردند و منقرض‌شدند.



پراکنش نخستین سوریسکین‌ها

منظره‌ای از آمریکای جنوبی در ۲۲۰ میلیون سال پیش

یک هریراسورِس[7] در کنار چند نوع مهره‌دار بزرگ دیگر که خویشاوندان پستانداران و کروکودیل‌ها محسوب می‌شدند (← فصـ. ۷ و ۸)، از شکارش محافظت می‌کند. هریراسورِس ۴/۵ متر طول و تقریباً ۲۰۰ کیلوگرم وزن داشت که در مقایسه با دایناسورهای هم‌دوره‌اش بزرگ است، اما خویشاوندان کروکودیل‌ها طعمه‌ای لذیذ محسوب می‌شد. محل زندگی هریراسورِس‌ها جنگل‌های انبوه مرطوب فصلی با گیاهان مخروطی بلند بود.

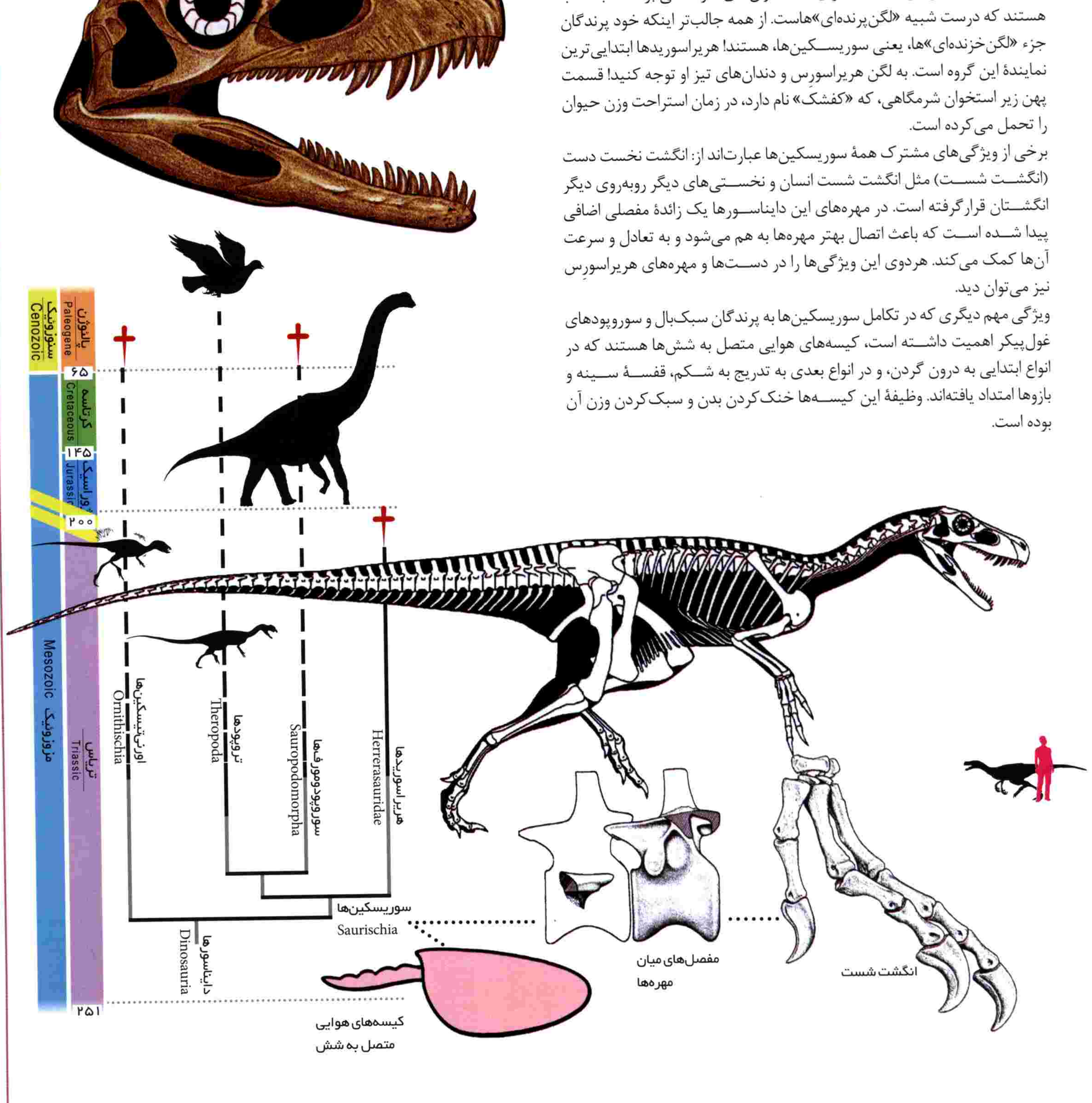


ویژگی‌های مشترک هریراسورِس با سوریسکین‌های دیگر

بیش از صد سال پیش، زمانی که بسیاری از گروه‌های دایناسورها نام‌گذاری می‌شدند، هنوز درک درستی از ویژگی‌های آن‌ها وجود نداشت. نام سوریسکین به‌معنای «لگن خزنده‌ای» است؛ زیرا تصور می‌شد که استخوان لگن این گروه از داینوسورها برخلاف اورنی‌تیسکین‌ها (یعنی لگن‌پرنده‌ای‌ها: ← فصـ. ۱۱) شبیه به خزندگان است؛ یعنی استخوان شرمگاهی آن‌ها رو به جلو قرار دارد اما درحقیقت چندین گروه از همین «لگن‌خزنده‌ای»ها دارای استخوان‌های شرمگاهی برگشته به عقب هستند که درست شبیه «لگن‌پرنده‌ای»هاست. از همه جالب‌تر اینکه خود پرندگان جزء «لگن‌خزنده‌ای»ها، یعنی سوریسکین‌ها، هستند! هریراسوریدها ابتدایی‌ترین نمایندهٔ این گروه است. به لگن هریراسورِس و دندان‌های تیز او توجه کنید! قسمت پهن زیر استخوان شرمگاهی، که «کفشک» نام دارد، در زمان استراحت وزن حیوان را تحمل می‌کرده است.

برخی از ویژگی‌های مشترک همهٔ سوریسکین‌ها عبارت‌اند از: انگشت نخست دست (انگشت شست) مثل انگشت شست انسان و نخستی‌های دیگر روبه‌روی دیگر انگشتان قرارگرفته است. در مهره‌های این دایناسورها یک زائدهٔ مفصلی اضافی پیدا شده است که باعث اتصال بهتر مهره‌ها به هم می‌شود و به تعادل و سرعت آن‌ها کمک می‌کند. هردوی این ویژگی‌ها را در دست‌ها و مهره‌های هریراسورِس نیز می‌توان دید.

ویژگی مهم دیگری که در تکامل سوریسکین‌ها به پرندگان سبک‌بال و سوروپودهای غول‌پیکر اهمیت داشته است، کیسه‌های هوایی متصل به شش‌ها هستند که در انواع ابتدایی به درون گردن، و در انواع بعدی به تدریج به شکم، قفسهٔ سینه و بازوها امتداد یافته‌اند. وظیفهٔ این کیسه‌ها خنک‌کردن بدن و سبک‌کردن وزن آن بوده است.

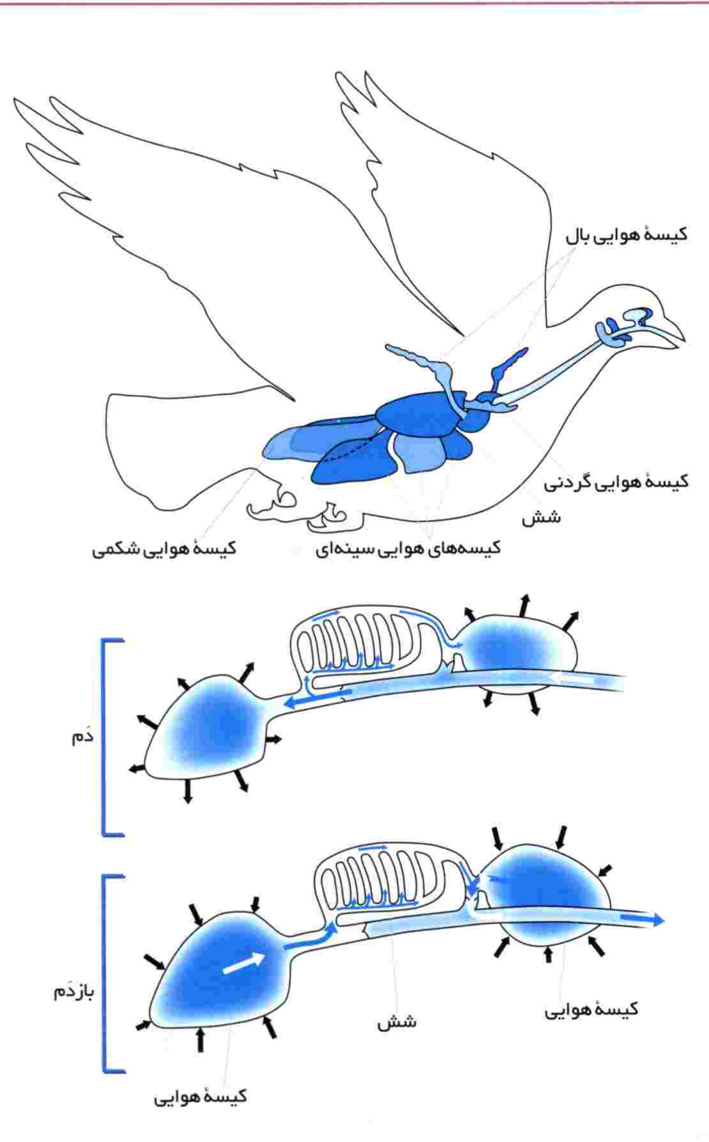


1- Saurischia 2- Sauropoda 3- Sauropodomorpha 4- Theropoda 5- Herrerasauridae 6- Ornithischia 7- *Herrerasaurus*

دستگاه تنفس در پرندگان امروزی و خویشاوندان غول‌پیکرشان

دستگاه تنفس پرندگان، کارامدترین نمونه در میان همهٔ مهره‌داران است. این دستگاه تنفسی می‌تواند برای کاری نفس‌گیر و انرژی‌بر مثل پرواز، اکسیژن کافی تأمین‌کند. شش‌های پرندگان برخلاف دیگر مهره‌داران «خانه‌های ششی» ندارد. در عوض، قسمت جذب‌کنندهٔ اکسیژن، لوله‌های میکروسکوپی باریکی هستند که هوا دائماً در یک جهت در آن‌ها حرکت می‌کند. طرز کار این شش‌ها فوق‌العاده وابسته به دو دسته کیسه‌های هوایی است که در شکم و سینهٔ پرندگان، نقش مکنده و دمندهٔ هوا را بازی می‌کنند و همواره جریان ثابتی از هوا را در درون شش‌ها از عقب به جلو حرکت می‌دهند. البته این سازوکار بی‌نظیر مختص پرندگان نیست. همهٔ دایناسورهای سوریسکین (که پرندگان نیز تباری از آن‌ها محسوب می‌شوند) دارای همین سازوکار تنفسی بوده‌اند. در دایناسورهای سوروپودومورف (← فصـ. ۲۳-۲۸) این کیسه‌های هوایی علاوه بر اینکه به جانور در تنفس کمک می‌کرده‌اند، باعث سبک‌شدن وزن و خنک شدن بدن‌های حجیم این حیوانات هم می‌شده‌اند و بسیاری از مشکلات ناشی از سنگینی زیادشان را نیز حل می‌کرده‌اند. در تروپودها (دایناسورهای دوپا، پردار و اغلب شکارچی یا همه‌چیزخوار) این کیسه‌های هوایی اکسیژن کافی را برای دویدن در سرعت‌های زیاد فراهم‌می‌آوردند و گرمای بدن جانور را تخلیه می‌کردند. پرندگان، گروهی از تروپودهای کوچک بودند که از کیسه‌های هوایی برای پریدن و جست‌وخیز میان شاخه‌های درختان استفاده‌کردند و سرانجام به توانایی پرواز دست یافتند.

نکتهٔ عجیب ماجرا این است که ظاهراً علاوه بر دایناسورهای سوریسکین، تروسورها (← فصـ. ۹) نیز کیسه‌های هوایی مشابهی داشته‌اند. بنابراین، ممکن است این ویژگی در نیای مشترک دایناسورها و تروسورها پیدا شده اما در دایناسورهای اورنی‌تیسکین (← فصـ. ۱۱-۲۱) از میان رفته‌باشد.



کیسه‌های هوایی دایناسورها

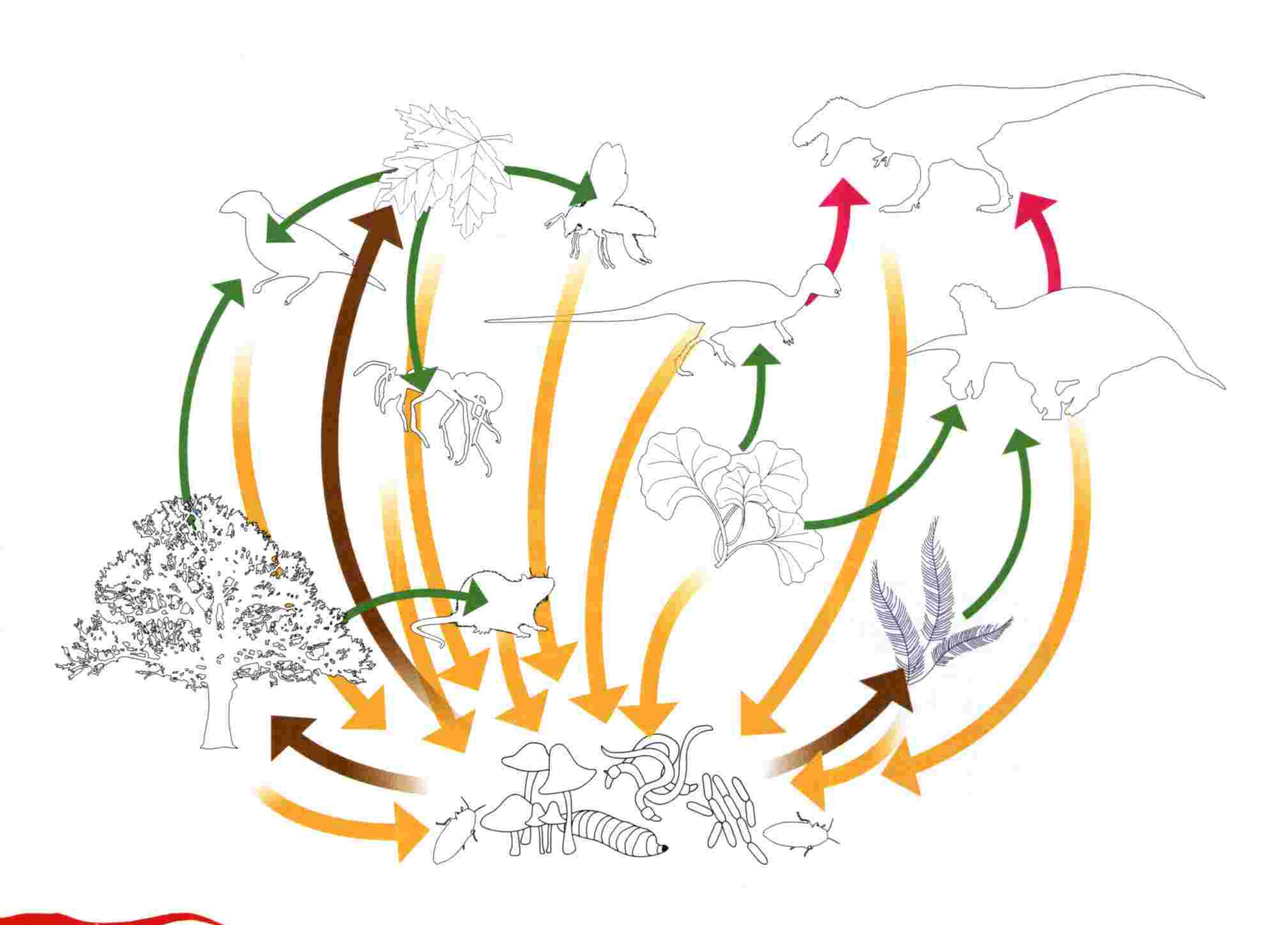
در اینجا کیسه‌های هوایی مرتبط به شش‌ها در یک تروپود (ماجونگاسورس[1] ← فصـ. ۳۲) و یک نیوسوروپود (هاپلوکانتوسورس[2] ← فصـ. ۲۵) دیده می‌شود. رنگ آبی، کیسهٔ هوایی شکمی، رنگ سرخ کیسهٔ هوایی سینه‌ای، و رنگ سبز کیسهٔ هوایی گردنی است. این کیسه‌های هوایی تنها از طریق مجرای باریکی به شش‌ها متصل بودند و وظیفه‌ای آن‌ها سبک‌کردن بدن و کمک به تخلیهٔ گرمای اضافی آن بود. این کیسه‌ها به درون مهره‌های دایناسورها نیز رفته بودند.

1- *Haplocanthosaurus* 2- *Majungasaurus*

حلقه‌های بوم‌شناختی میان دایناسورها و موجودات دیگر در کرتاسهٔ بالایی، آمریکای شمالی

جنگلی به قدمت ۶۵ میلیون سال گرم تصور کنید که در غرب آمریکای شمالی قرار دارد. تیرانوسور، گوشت‌خوار اصلی منطقه است و شکارهایش شامل دایناسورهایی مثل ترای‌سراتوپس (← فصل ۲۱) و پاکی‌سفالوسورِس (← فصل ۱۹) می‌شود. پاکی‌سفالوسورِس و ترای‌سراتوپس از گیاهانی مثل جینگو و سیکاد تغذیه‌می‌کنند.

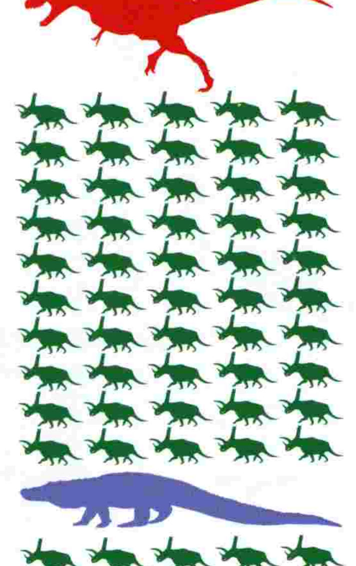
حیوانات دیگر، مثل حشرات و پستانداران، نیز جزئی از این روابط بوم‌شناختی هستند. خطوط سرخ نشان‌دهندهٔ خورده‌شدن حیوانات توسط گوشت‌خوارها و خطوط سبز نشانهٔ خورده‌شدن گیاهان توسط گیاه‌خواران است. خطوط قهوه‌ای مصرف موادغذایی پوسیده (کود) توسط گیاهان را نشان می‌دهد. خطوط زرد هم نشانهٔ بازگشت گوشت‌خواران، گیاه‌خواران و گیاهان به خاک و پوسیدن آن‌ها توسط گندخوارهاست.

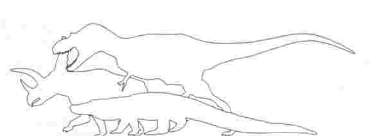


دایناسورهای گوشت‌خوار و گیاه‌خوار در زیست‌بوم

دایناسورها طی دوران ژوراسیک و کرتاسه، مهم‌ترین جانوران گیاه‌خوار و شکارچی روی خشکی‌های زمین بودند. آن‌ها همان نقشی را داشتند که امروزه شیرها، ببرها، گوزن‌ها و آهوها دارند.

یکی از مهم‌ترین فواید بررسی روابط بوم‌شناسی دایناسورها، مقایسهٔ آن‌ها با روابط بوم‌شناختی پستانداران امروزی است. پستانداران، خون‌گرم و تمساح‌ها خون‌سردند. اگر میزان شکارهای یک شیر را در یک سال محاسبه‌کنیم، متوجه می‌شویم که چندین برابر یک کروکودیل هم‌وزن خود غذا خورده است. دلیل این موضوع، خون‌گرم بودن شیرهاست. شکارچیان خون‌گرم نسبت به شکارچیان خون‌سرد به غذای بسیار بیشتری نیاز دارند. تا کنون حلقه‌های بوم‌شناختی دایناسورها در مناطق بسیاری بررسی‌شده است. پاسخ‌های به‌دست آمده از این شواهد سنگواره‌ای نشان می‌دهد که دایناسورهای گوشت‌خوار نیز مانند پستانداران غذای زیادی مصرف می‌کرده و سوخت‌وساز بالایی داشته‌اند.





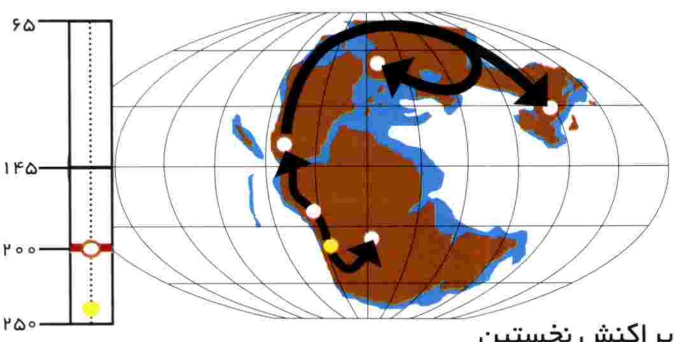
در هر منطقه، با مطالعهٔ سنگواره‌های دایناسورهای گوشت‌خوار و گیاه‌خوار و نسبت نمونه‌های مربوط به هرکدام می‌توان روابط بوم‌شناختی میان دایناسورها و موجودات دیگر را ترسیم‌کرد اما این بررسی چه ضرورتی دارد؟

سوروپودومورف‌ها
غازهای پوست‌کلفت

سوروپودومورف‌ها[1] سوریسکین‌های گیاه‌خوار غول‌پیکر و گردن‌درازی بودند که به بزرگ‌ترین جانوران خشکی‌زی کرهٔ زمین تبدیل شدند. البته نخستین سوروپودومورف‌ها حیواناتی کوچک، همه‌چیزخوار، چابک و سریع بودند اما انتخاب تغذیه از گیاهان، به‌تدریج آن‌ها را بزرگ‌وبزرگ‌تر کرد؛ تا جایی که در دورهٔ ژوراسیک گروهی از آن‌ها به قدری بزرگ شده بودند که مجبور شدند برای همیشه چهارپا شوند (← فصل ۲۴). گردن‌های دراز آن‌ها میراثی بود که از نیای مشترک همهٔ دایناسورها به‌ارث برده بودند اما طی تکامل، طول این گردن به‌تدریج بیشتر و بیشتر شد. (← فصل ۲۵).
تنوع سوروپودومورف‌ها در پایان دورهٔ ژوراسیک به اوج خود رسید اما آن‌ها تا پایان دورهٔ کرتاسه، به‌خصوص در خشکی‌های جنوبی زمین، همچنان به‌عنوان بزرگ‌ترین گیاه‌خواران باقی ماندند.

پیدایش و تکامل دایناسورهای سوروپودومورف

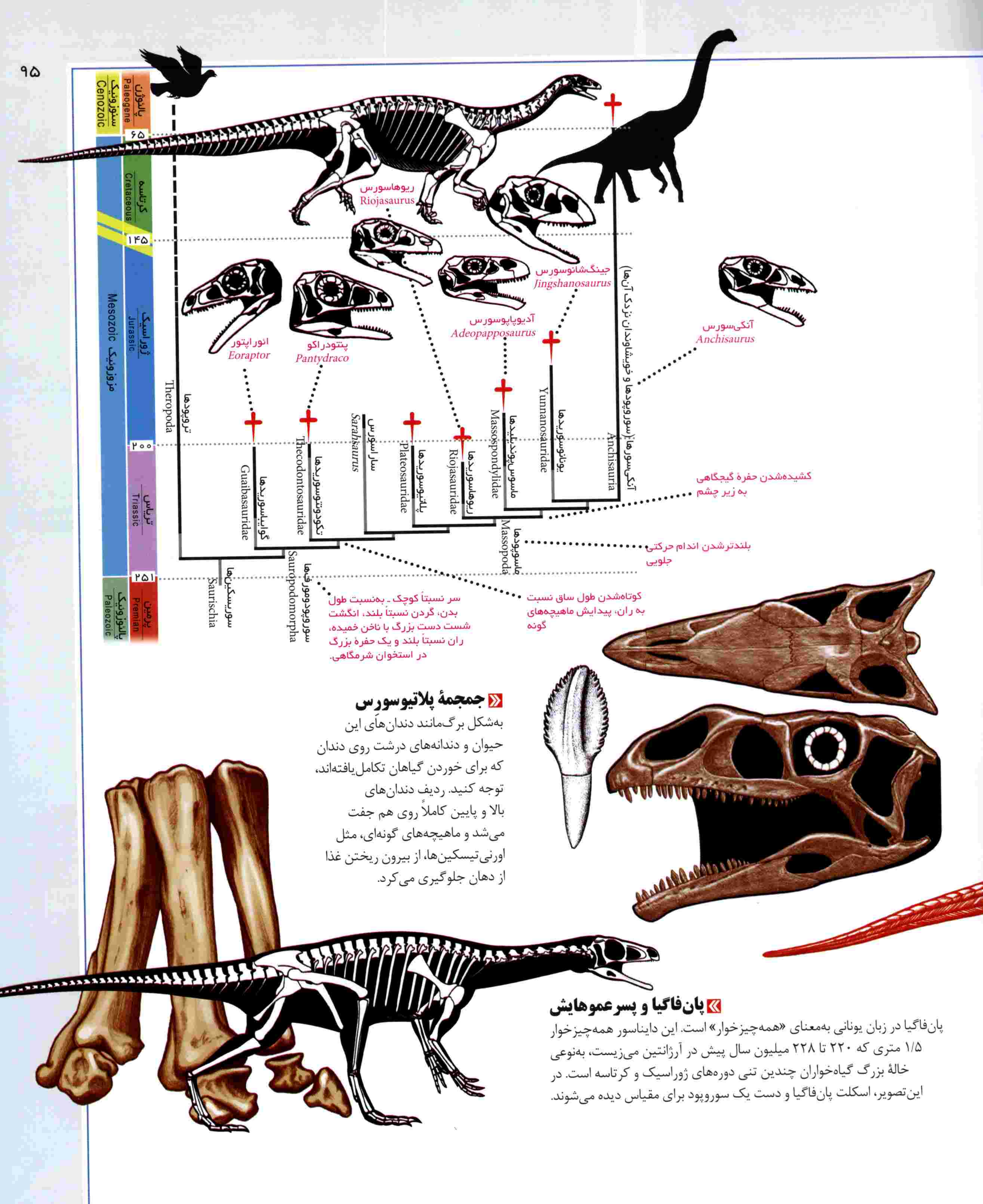
خانوادهٔ گوایباسوریدها[2]، ابتدایی‌ترین سوروپودومورف‌ها، شکارچیانی یکی-دو متری بودند که در تریاس بالایی در آمریکای جنوبی، اروپا و آفریقا می‌زیستند. ائوراپتور[3] یکی از گوایباسوریدهایی است که به‌خوبی شناخته و مطالعه‌شده است (← فصل ۱۰). پان‌فاگیا[4] یکی دیگر از اعضای این خانواده است که مانند ائوراپتور، شکارچی حشرات و حیوانات کوچک بود. طول همهٔ این حیوانات بین یک تا دو متر بوده و وزن آن‌ها از یک مرغ خانگی یا بوقلمون تجاوز نمی‌کرده است. در گذشته این دایناسورها (به‌خصوص ائوراپتور) جزء تروپودها[5] (← فصل ۲۹) رده‌بندی می‌شدند اما کشف نمونه‌هایی جدید در سال ۲۰۱۱ نشان داد که گوایباسوریدهای شکارچی تباری ابتدایی از سوروپودومورف‌های گیاه‌خوار بوده‌اند. برخی از ویژگی‌هایی که گوایباسوریدها و دیگر سوروپودومورف‌ها را در کنار هم قرار می‌دهد، عبارت‌اند از سر نسبتاً کوچک (به‌نسبت طول بدن) گردن نسبتاً بلند، انگشت شست دست بزرگ با ناخن خمیده، ران نسبتاً بلند و یک حفرهٔ بزرگ در استخوان شرمگاهی.
سوروپودومورف‌های بعدی هم کمابیش موجوداتی همه‌چیزخوار بودند اما به تدریج تغذیه از گیاهان را به شکار ترجیح‌دادند.
خانوادهٔ مهم بعدی تکودونتوسوریدها[6] بودند که تا کنون تنها در انگلیس شناسایی شده‌اند. تکودونتوسوریدها نیز مانند گوایباسوریدها حیواناتی یکی دو متری و همه‌چیزخوار بودند. در میان این دایناسورهای کوچک و ابتدایی، عجیب‌ترین نمونه ساراسورِس[7] است که ۴ متر طول و نیم تن وزن داشت و در ژوراسیک پایینی در آمریکای شمالی می‌زیست. بزرگ‌شدن بدن نشان می‌دهد که این دایناسورها اندک‌اندک به سمت گیاه‌خواری پیش‌می‌رفته‌اند. نکتهٔ عجیب در مورد ساراسورِس پنجه‌های خیلی بزرگ آن است که نشان می‌دهد این داینوسور شکارچی ماهری بوده است.
پلاتیوسوریدها[8]، ریوهاسوریدها[9]، ماسوس‌پوندیلیدها[10]، و یونانوسوریدها[11] چهار خانوادهٔ نسبتاً پیشرفته‌تر بودند که اغلب ۴ تا ۱۰ متر طول داشتند. استخوان‌بندی آن‌ها اندک‌اندک بزرگ‌تر، مستحکم‌تر و قوی‌تر می‌شد و کیسه‌های هوایی پرنده‌مانند درون استخوان‌های آن‌ها توسعهٔ بیشتری می‌یافت. چنین به‌نظر می‌رسد که این دایناسورها با وجود وزن زیاد روی دو پا حرکت می‌کرده‌اند. سوروپودومورف‌های ابتدایی، مانند اورنی‌تیسکین‌ها، دارای ماهیچه‌های گونه بوده‌اند و احتمالاً منقارهای کوچکی نیز در آرواره‌های بالایی و پایینی داشته‌اند. آن‌ها با هر شرایطی به‌سرعت سازگاری می‌یافتند؛ از بیابان‌های خشک تا مرداب‌ها. در برخی مناطق تا ۹۵ درصد جانوران منطقه از همین گروه بوده است.
مرحلهٔ بعدی تکامل سوروپودومورف‌ها، پیدایش نخستین سوروپودهاست. سوروپودها[12]، حیواناتی بزرگ‌تر از انواع گفته شده بوده‌اند که تنوع زیبایی از انواع دندان‌بندی، شکل جمجمه، طول گردن و شکل مهره‌ها داشته‌اند. در فصل‌های آینده در مورد سوروپودها صحبت می‌کنیم.



پراکنش نخستین سوروپودومورف‌ها

ماهیچه‌های پلاتیوسورس[13]
ماهیچه‌های پا نسبت به ماهیچه‌هایَ بازو قدرت بسیار بیشتری دارند. ماهیچه‌های گردن نیز برای افراشته‌نگه‌داشتن سر قدرتمند شده‌اند. پلاتیوسورِس که در اواخر دورهٔ تریاس در غرب اروپا می‌زیست، ۸ متر طول و یک تن وزن داشت.

1- Sauropodomorpha 2- Guaibasauridae 3- *Eoraptor* 4- *Panphagia* 5- Theropoda 6- Thecodontosauridae 7- *Sarahsaurus* 8- Plateosauridae 9- Riojasauridae 10- Massospondylidae 11- Yunnanosauridae 12- Sauropoda 13- *Plateosaurus*



جمجمهٔ پلاتیوسورس

به‌شکل برگ‌مانند دندان‌هایِ این حیوان و دندانه‌های درشت روی دندان که برای خوردن گیاهان تکامل‌یافته‌اند، توجه کنید. ردیف دندان‌های بالا و پایین کاملاً روی هم جفت می‌شد و ماهیچه‌های گونه‌ای، مثل اورنی‌تیسکین‌ها، از بیرون ریختن غذا از دهان جلوگیری می‌کرد.

پان‌فاگیا و پسرعموهایش

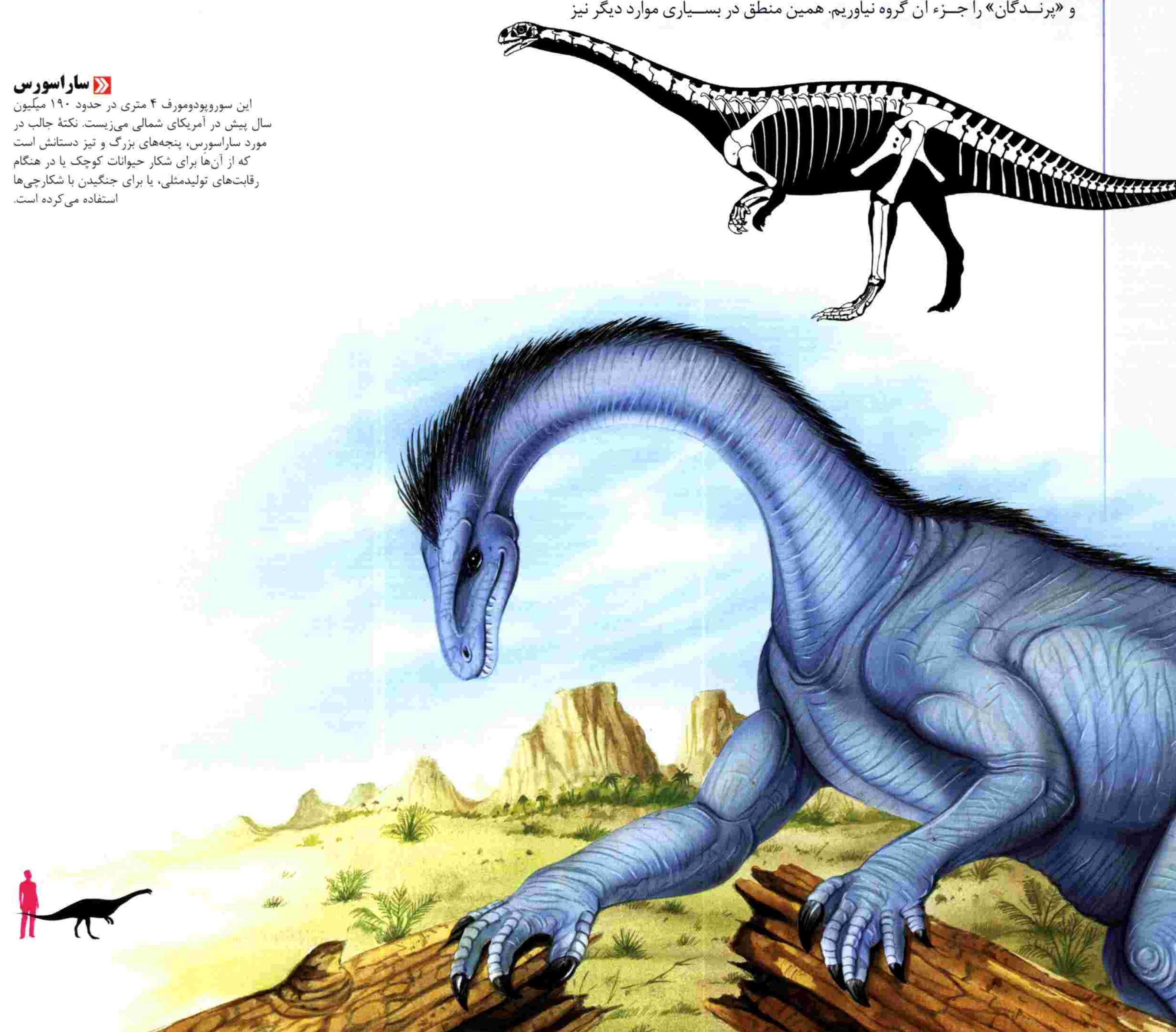
پان‌فاگیا در زبان یونانی به‌معنای «همه‌چیزخوار» است. این دایناسور همه‌چیزخوار ۱/۵ متری که ۲۲۰ تا ۲۲۸ میلیون سال پیش در آرژانتین می‌زیست، به‌نوعی خالهٔ بزرگ گیاه‌خواران چندین تنی دوره‌های ژوراسیک و کرتاسه است. در این‌تصویر، اسکلت پان‌فاگیا و دست یک سوروپود برای مقیاس دیده می‌شوند.

آیا گروهی به نام «پروسوروپودها» وجود دارد؟

در گذشتهٔ نه‌چندان دور، سوروپودومورف‌ها به‌سادگی شامل دو گروه بزرگ می‌شدند: پروسوروپودها[1] و سوروپودها اما تا اینجا هیچ صحبتی از گروه «پروسوروپودها» به میان نیاورده‌ایم؛ هرچند در این فصل به همان دایناسورهایی که پیش‌تر در گروه «پروسوروپودها» رده‌بندی می‌شدند، پرداخته‌ایم.

همان‌طور که در فصل ۴ توضیح‌دادیم، مبنای رده‌بندی دو گروه در کنار هم، شباهت‌هایی است که این دو شرط بر آن‌ها حاکم باشند: ۱) این شباهت‌ها در نیای مشترک دو گروه هم وجود داشته باشند و ۲) این شباهت‌ها پیش از آخرین نیای مشترک دو گروه، در گروه‌های دیگر پیدانشده باشند. پرسشی که در آن فصل مطرح کردیم، این بود که کروکودیل‌ها به پرندگان بیشتر شبیه‌اند یا به مارمولک‌ها، که احتمالاً تا اینجا پاسخ آن را پیدا کرده‌اید اما فرض شباهت بیشتر میان کروکودیل و پرندگان، مانع می‌شود که گروهی به‌نام «خزندگان» درست‌کنیم و «پرندگان» را جزء آن گروه نیاوریم. همین منطق در بسیاری موارد دیگر نیز باعث آن شده است که در رده‌بندی‌های منتشرشده در بیست‌سالهٔ اخیر، گروه‌های معروفی مثل «بی‌مهرگان»، «ماهی‌ها» و «آغازیان» از هم بپاشند و به چند گروه کوچک‌تر تجزیه‌شوند.

دقیقاً همین اتفاق برای «پروسوروپودها» هم افتاده است. در گذشته پلاتیوسوریدها، ریوهاسوریدها و دیگر خانواده‌های ابتدایی تبار سوروپودومورف‌ها در کنار هم به‌نام «پروسوروپود» شناخته می‌شدند اما کنار هم قراردادن آن‌ها باید بر مبنای شباهت‌هایی باشد که «تنها» در همین چند گروه دیده‌شود، نه حتی در سوروپودها. برعکس، نه‌تنها شباهتی جدی میان این چند گروه وجود ندارد بلکه برخی از آن‌ها شباهت‌های بیشتری با سوروپودها نشان می‌دهند. این نکته باعث می‌شود که دیگر از گروهی به نام «پروسوروپودها» صحبت نکنیم و این موجودات را صرفاً سوروپودومورف‌های ابتدایی بدانیم.

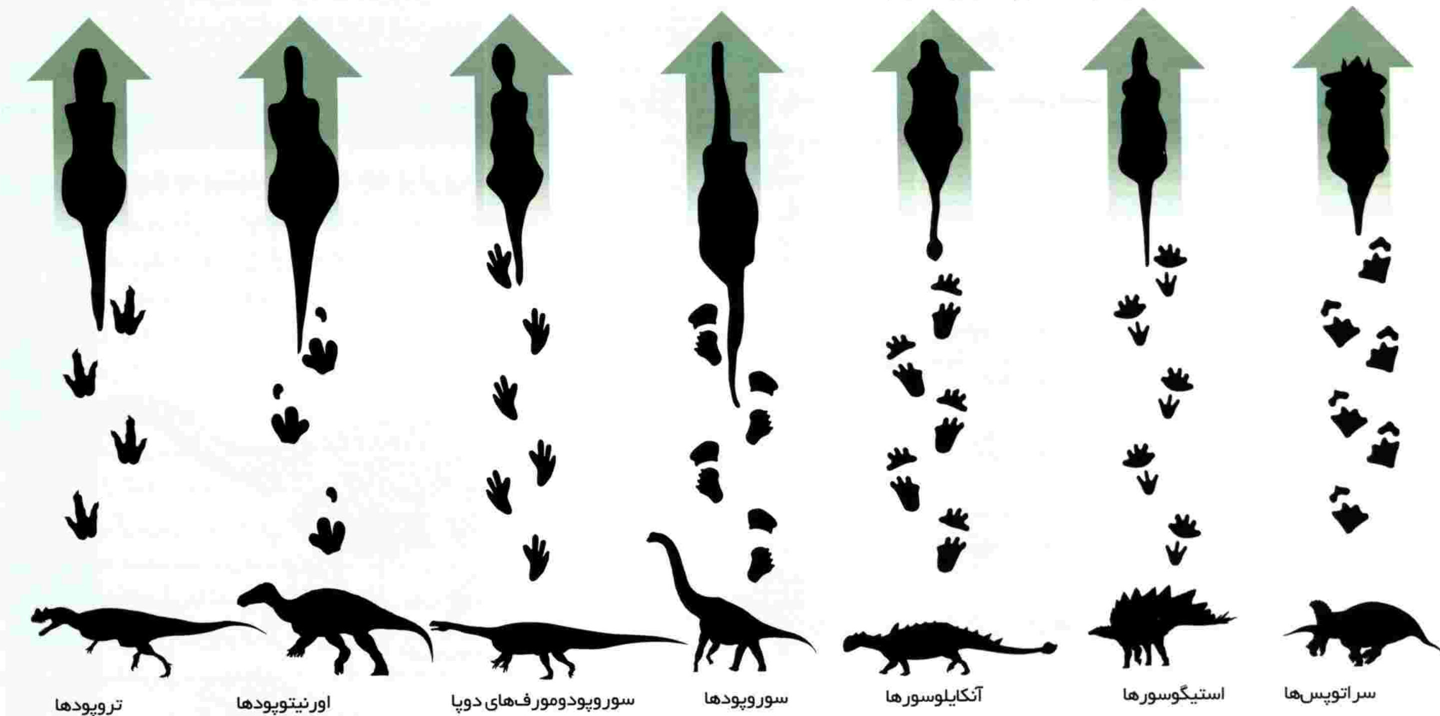


ساراسورس

این سوروپودومورف ۴ متری در حدود ۱۹۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. نکتهٔ جالب در مورد ساراسورس، پنجه‌های بزرگ و تیز دستانش است که از آن‌ها برای شکار حیوانات کوچک یا در هنگام رقابت‌های تولیدمثلی، یا برای جنگیدن با شکارچی‌ها استفاده می‌کرده است.

دو پا یا چهارپا

دایناسورهای ابتدایی موجوداتی کوچک و دونده بودند و روی دو پای عقب خود راه‌می‌رفتند اما چند گروه از دایناسورهای گیاه‌خوار، ازجمله ثایریوفورها[2] (← فصـ. ۱۲-۱۴)، سراتوپس‌ها[3] (← فصـ. ۲۰-۲۱) و سوروپودومورف‌ها (← فصـ. ۲۳-۲۸) روندی تدریجی را به‌سمت چهارپا شدن طی کردند. در مورد دایناسورهای کاملاً دو پا یا دایناسورهای کاملاً چهار پا هیچ تردیدی وجود ندارد اما قضاوت کردن در مورد بسیاری از دایناسورهای حدواسط در این میان دشوار است. با وجود این، بعضی شواهد موجود به ما کمک‌می‌کنند تا در مورد شیوهٔ راه رفتن دایناسورها قضاوت کنیم.



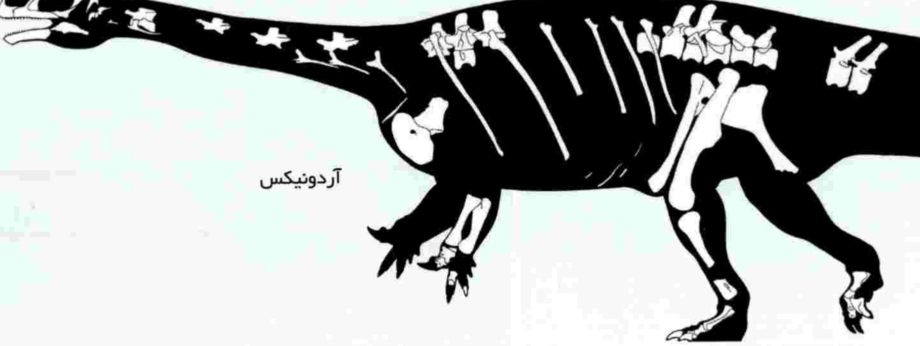
ردپا

ردپای گروه‌های مختلف دایناسورها، به‌خوبی نشان‌دهندهٔ نوع و سرعت راه‌رفتن آن‌هاست (← فصـ. ۱۵). ردپاهای به‌جا مانده از اورنیتوپودها[4] و سوروپودومورف‌های ابتدایی (← فصـ. ۱۵-۱۷) هم حرکت روی چهارپا و هم حرکت روی دو پا را تأیید می‌کنند.

ساختمان دست‌ها و پا

بررسی ساختار استخوان‌بندی نشان می‌دهد که کدام گروه از دایناسورها می‌توانسته‌اند وزنشان را روی دست‌هایشان بیندازند و کدام گروه‌ها نمی‌توانسته‌اند. برای مثال، تروپودها[5] (← فصـ. ۲۹-۴۸) که به شکارچیان غول‌پیکر تکامل یافتند (← فصـ. ۳۴، ۳۵ و ۳۷) و برخی از آن‌ها نیز به گیاه‌خوارانی سنگین‌وزن تبدیل شدند (← فصـ. ۳۸، ۴۰ و ۴۲)، هرگز چهاردست‌وپا راه نمی‌رفتند؛ زیرا ساختار مفصل مچ دست آن‌ها مناسب این کار نبود. بررسی‌های اخیر نشان داده است که سیتاکوسورها[6] (← فصـ. ۲۰) نیز نمی‌توانسته‌اند روی چهارپا حرکت کنند. سنگوارهٔ یک سوروپودومورف ۷ متری به نام آردونیکس[7]، که ۱۹۶ میلیون سال پیش در آفریقا می‌زیسته و تقریباً نیم تن وزن داشته است، نشان می‌دهد که آردونیکس و بیشتر سوروپودومورف‌های ابتدایی‌تر روی دو پای عقبی خود راه‌می‌رفته‌اند. در فصل آینده نیز با کمال تعجب می‌بینیم که آردونیکس، خویشاوند بسیار نزدیک سوروپودهای چهارپا بوده است.





1- ''Prosauropods'' 2- Thyreophora 3- Ceratopsia 4- Ornithopoda 5- Theropoda 6- Psittacosaur 7- *Aardonyx*

آنکی‌سورها
فیل و فنجان

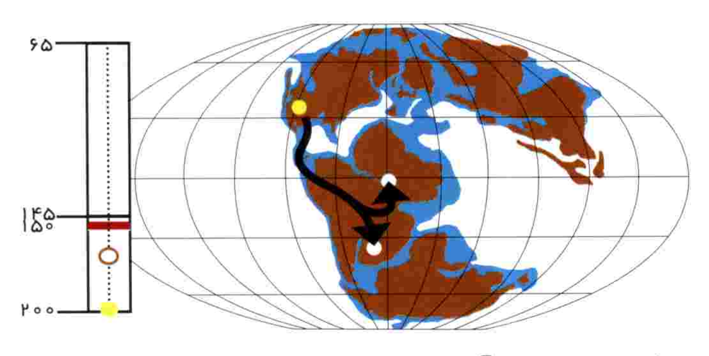
آنکی‌سورها[1] گروهی از سوروپودومورف‌ها هستند که شامل دایناسورهای سوروپود[2] و خویشاوندان بسیاربسیار نزدیک آن‌ها، یعنی حیواناتی مثل آردونیکس[3] و آنکی‌سورس[4]، می‌شوند. نکتهٔ جالب این است که آنکی‌سورس تنها دو متر طول دارد اما ساختار استخوان‌هایش بیش از بسیاری از پلاتیوسورهای ۸ تا ۱۰ متری به سوروپودهای غول‌پیکر شبیه است. مهم‌ترین تفاوت سوروپودها با این پسرعموهای ابتدایی‌ترشان، اجبار به حرکت روی چهار پاست.

سوروپودها نسبت به پیشینیان خود چه برتری‌هایی داشتند؟

مدت‌هاست دانشمندان از خود می‌پرسند چرا به جز خود سوروپودها، هیچ سوروپودومورف دیگری به پایان دورهٔ ژوراسیک نرسید؟ چرا سوروپودومورف‌هایی مانند پلاتیوسوریدها منقرض‌شدند؟ گفتیم که سوروپودومورف‌های گیاه‌خوار، از جمله پلاتیوسوریدها و آنکی‌سورس‌ها، درست مانند اورنی‌تیسکین‌ها (← فصـ. ۱۱-۲۱) ماهیچه‌های گونه‌ای داشتند و غذا را درون دهانشان می‌جویدند. حتی احتمالاً منقار کوچکی نوک آروارهٔ بالا و پایین آن‌ها را می‌پوشاند. دقیقاً تا دورهٔ ژوراسیک، یعنی زمانی که اورنی‌تیسکین‌ها شروع به گوناگون‌شدن کردند، سوروپودومورف‌های دوپای گیاه‌خوار کوچک و بزرگ در سراسر کرهٔ زمین پراکنده بودند. گروهی از این دایناسورهای گردن‌دراز نیز پیدا شدند که به‌جای این‌کار، حجم زیادی از غذا را می‌بلعیدند و به کمک سنگدان‌هایشان الیاف گیاهی را می‌ساییدند؛ بنابراین شکل، دندان‌های برگ‌مانند آن‌ها تغییرکرد و دندان‌هایی پهن، بی‌دندانه و قاشق‌مانند پیدا کردند که به کار بریدن شاخ‌وبرگ درختان می‌آمد. پس از گسترش اورنی‌تیسکین‌ها و به‌خصوص پیدایش اورنیتوپودها (← فصـ. ۱۵) که احتمالاً به اواسط دورهٔ ژوراسیک برمی‌گردد، سوروپودومورف‌هایی که در تغذیه مانند آن‌ها رفتار می‌کردند، در رقابت با اورنی‌تیسکین‌ها شکست‌خوردند، درعوض، سوروپودومورف‌های جدید که نوع تغذیهٔ جدیدی داشتند، باقی‌ماندند و تا پایان دوران مزوزوئیک نیز زنده بودند.

این گروه اخیر که ماهیچه‌های گونه‌ای خود را از دست داده بودند و دندان‌های قاشق‌مانند و گردن‌های دراز داشتند، سوروپودها نامیده می‌شوند.

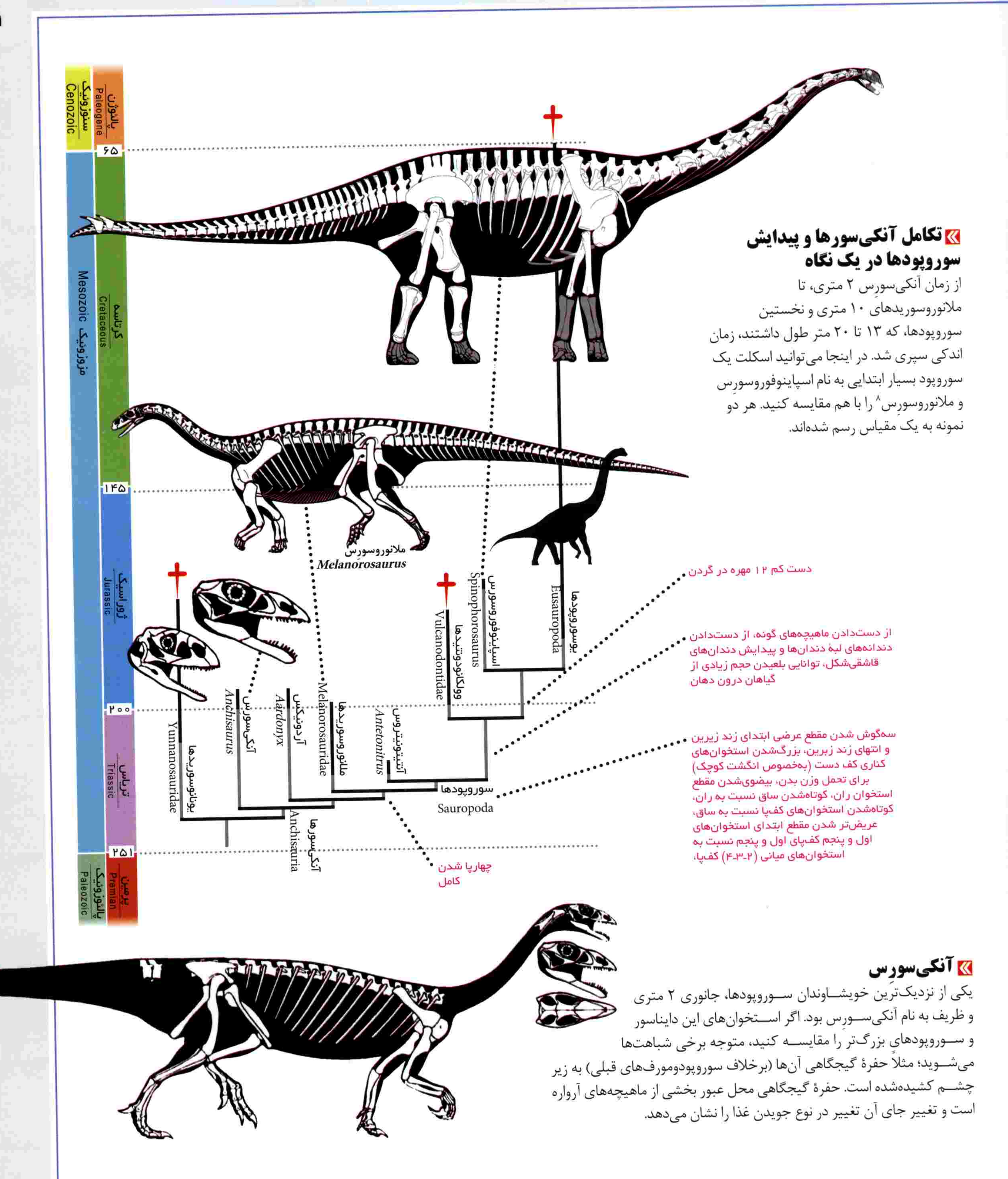
سوروپودها و نزدیک‌ترین خویشاوندان آن‌ها (آنکی‌سورس، آردونیکس و ملانوروسوریدها[5]) در همهٔ جهان پراکنده بوده‌اند. آنکی‌سورس در آمریکای شمالی و آردونیکس، ملانوروسوریدها و سوروپودهای ابتدایی مثل وولکانودونتیدها[6] در جنوب آفریقا پیدا شده‌اند؛ اسپاینوفوروسورس[7] نیز ساکن غرب آفریقا بود. بنابراین، احتمالاً نخستین سوروپودها در ژوراسیک پایینی از آفریقا به بقیهٔ جهان پراکنده شده‌اند.



پراکنش نخستین آنکی‌سورها

ملانوروسورس

نزدیک‌ترین خویشاوند سوروپودها، جانوری ۱۰ متری، ۱/۵ تنی و کاملاً چهارپا بود که در جنوب آفریقا می‌زیست. این دایناسور چهارپا شده بود، اما پاهای فیل‌مانند سوروپودها هنوز در او پیدانشده بود.



تکامل آنکی‌سورها و پیدایش سوروپودها در یک نگاه

از زمان آنکی‌سورِس ۲ متری، تا ملانوروسوریدهای ۱۰ متری و نخستین سوروپودها، که ۱۳ تا ۲۰ متر طول داشتند، زمان اندکی سپری شد. در اینجا می‌توانید اسکلت یک سوروپود بسیار ابتدایی به نام اسپاینوفوروسورِس و ملانوروسورِس[8] را با هم مقایسه کنید. هر دو نمونه به یک مقیاس رسم شده‌اند.

آنکی‌سورِس

یکی از نزدیک‌ترین خویشاوندان سوروپودها، جانوری ۲ متری و ظریف به نام آنکی‌سورِس بود. اگر استخوان‌های این دایناسور و سوروپودهایِ بزرگ‌تر را مقایسه کنید، متوجه برخی شباهت‌ها می‌شوید؛ مثلاً حفرهٔ گیجگاهی آن‌ها (برخلاف سوروپودومورف‌های قبلی) به زیر چشم کشیده‌شده است. حفرهٔ گیجگاهی محل عبور بخشی از ماهیچه‌های آرواره است و تغییر جای آن تغییر در نوع جویدن غذا را نشان می‌دهد.

1- Anchisauria 2- Sauropoda 3- *Aardonyx* 4- *Anchisaurus* 5- Melanorosauridae 6- Vulcanodontidae 7- *Spinophorosaurus* 8- *Melanorosaurus*

یوسوروپودها
فیل‌هایی با گردن زرافه

یوسوروپودها[1] دربرگیرندهٔ شناخته‌شده‌ترین سوروپودها هستند. آن‌ها دایناسورهایی بسیار غول‌پیکر بوده‌اند که احتمالاً از چین برخاسته و از آنجا در سراسر جهان پراکنده شده‌اند. شونوسورس[2] به‌عنوان ابتدایی‌ترین یوسوروپود، با اسپاینوفوروسورس[3] تفاوت اندکی داشت. چند خانوادهٔ دیگر نیز در ابتدای تکامل یوسوروپودها دیده می‌شوند که از آن میان، ممنچی‌سوریدها[4] به خاطر گردن‌های درازشان معروف‌ترند. سرانجام، تبار نیوسوروپودها[5]، که اوج تکامل این گروه است، خود شامل دو تبار بزرگ می‌شود: دیپلودوکوئیدها[6] با دم‌های دراز و تازیانه‌گونه‌شان، و ماکرونارین‌ها[7] با دماغ‌های بزرگ ماغ‌کش و بازوان بلندشان شناخته می‌شوند.

تکامل یوسوروپودها

یوسوروپودها بیش از سوروپودومورف‌های پیشین برای تحمل وزن زیاد، تکامل‌یافته بودند. بخشی از مهم‌ترین ویژگی‌های یوسوروپودها به ساختار دست و پای آن‌ها مربوط می‌شود که برای تحمل وزن سنگین این دایناسورها تکامل‌یافته بودند. به‌علاوه طول گردن این دایناسورها نیز نسبت به خویشاوندان قبلی‌شان افزایش یافته بود. به‌ویژه در خانوادهٔ ممنچی‌سوریدها این ویژگی کاملاً مشهود بود. ممنچی‌سوریدها گردن‌های فوق‌العاده بلندی داشتند که موارد استفادهٔ آن‌ها دقیقاً مشخص نیست. ممکن است این گردن‌های بلند، برای تغذیه از شاخ و برگ درختان بلند یا رقابت در انتخاب جفت تکامل‌یافته باشند. احتمال دوم پذیرفتنی‌تر است؛ به‌ویژه که می‌دانیم گردن زرافه‌ها هم در حقیقت به همین دلیل کشیده‌شده است، نه برای خوردن غذا. البته گردن بلند برای این دایناسورها هزینه‌های سنگینی هم دارد؛ بنابراین، می‌باید دلیل خوبی برای درازشدن گردن در یوسوروپودها، به‌خصوص ممنچی‌سوریدها، وجود داشته باشد. متأسفانه اطلاعات چندان کاملی از یوسوروپودهای ابتدایی در دست نداریم و در حقیقت، تا همین اواخر از وجود گروه‌هایی مانند توریاسورها[8] باخبر نبوده‌ایم. اطلاعاتی که از ممنچی‌سوریدها و ستیوسوریدها[9] داریم نیز کم و ناقص است. ستیوسوریدها سوروپودهایی متوسط (حدود ۱۰ـ۱۵ متر) بودند که در بسیاری نقاط جهان، از جمله هند، آمریکای جنوبی، چین و اروپا پراکنده بودند. ممنچی‌سوریدها به آسیا محدود بودند و توریاسورها نیز تباری اروپایی محسوب می‌شدند؛ هرچند ممکن است در آینده در مناطق دیگر نیز شناسایی شوند. توریاسورها سوروپودهای بسیار بزرگی بودند. توریاسورِس[10] ۳۰ متر طول داشت و وزنش به ۵۰ تن می‌رسید. نیوسوروپودها شامل دو تبار بزرگ ماکرونارین‌ها و دیپلودوکوئیدها می‌شوند. دیپلودوکوئیدها با سرهای اسب‌مانند و دندان‌های میخ‌مانندشان در خوردن طیف وسیعی از گیاهان تخصص یافتند. برخی از آن‌ها گردن‌های بلندی داشتند اما در میان آن‌ها نمونه‌هایی هم تکامل یافتند که گردن‌هایشان به‌طرز عجیبی کوتاه بود. ماکرونارین‌ها، سوروپودهایی با بینی‌های بزرگ بودند و بازوهایی کمابیش بلند داشتند. گروهی از ماکرونارین‌ها هم دارای جمجمه‌هایی تقریباً شبیه دیپلودوکوئیدها شدند. این گروه که تایتانوسورها[11] نامیده می‌شوند، از جملهٔ آخرین سوروپودهایی بودند که در روی زمین می‌زیستند.

در کرتاسهٔ بالایی دیپلودوکوئیدها و بسیاری از ماکرونارین‌ها منقرض شده بودند و تنها گروه‌هایی از تایتانوسورها توانستند تا واپسین روزهای پیش از انقراض بزرگ زنده بمانند. در سه فصل آینده به این گروه نیز می‌پردازیم.

1- Eusauropoda 2- *Shunosaurus* 3- *Spinophorosaurus* 4- Mamenchisauridae 5- Neosauropoda 6- Diplodocoidea 7- Macronaria 8- Turiasauria 9- Cetiosauridae 10- *Turiasaurus* 11- Titanosauria

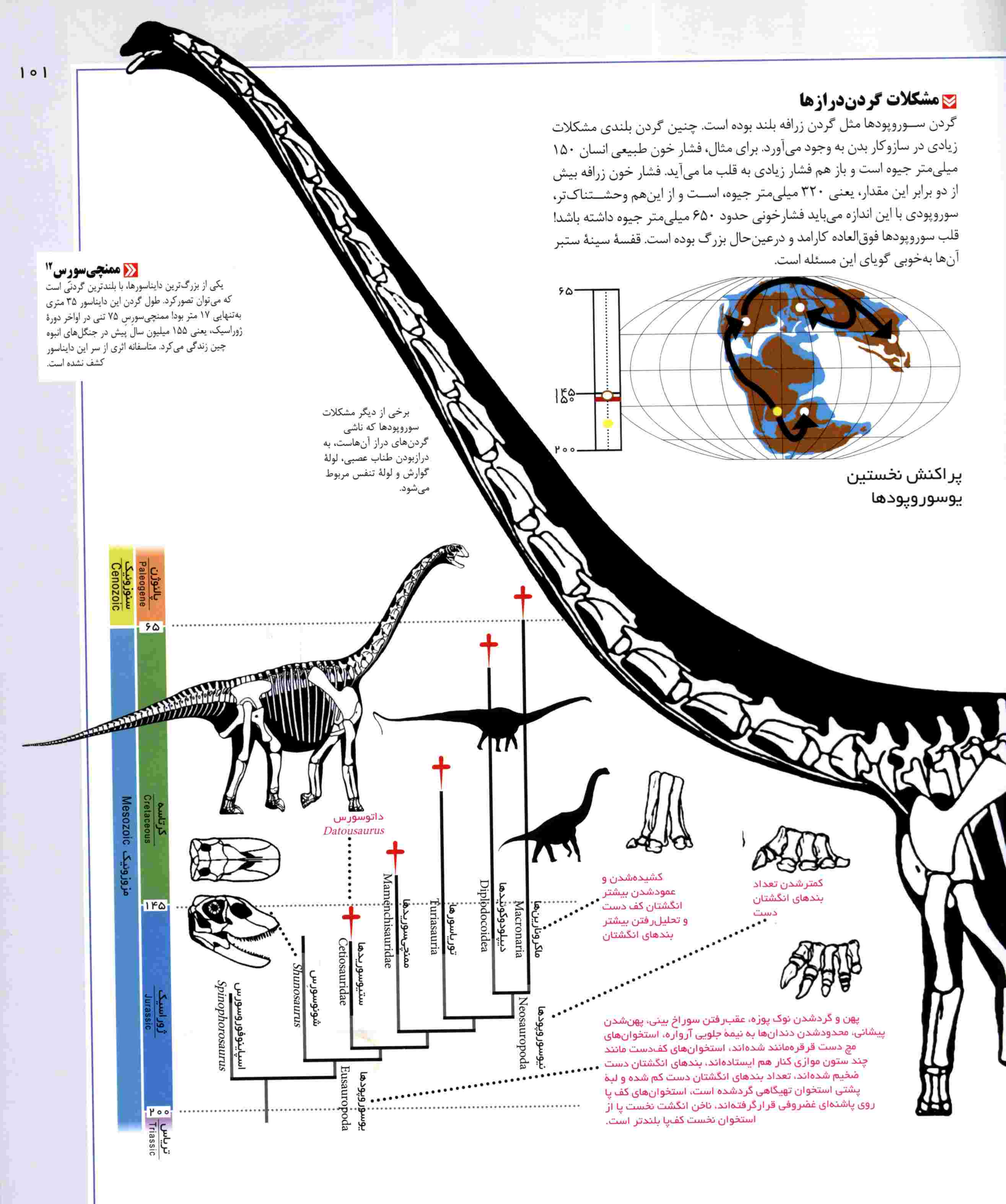
مشکلات گردن‌درازها

گردن سـوروپودها مثل گردن زرافه بلند بوده است. چنین گردن بلندی مشکلات زیادی در سازوکار بدن به وجود می‌آورد. برای مثال، فشار خون طبیعی انسان ۱۵۰ میلی‌متر جیوه است و باز هم فشار زیادی به قلب ما می‌آید. فشار خون زرافه بیش از دو برابر این مقدار، یعنی ۳۲۰ میلی‌متر جیوه، اسـت و از این‌هم وحشـتناک‌تر، سوروپودی با این اندازه می‌باید فشارخونی حدود ۶۵۰ میلی‌متر جیوه داشته باشد! قلب سوروپودها فوق‌العاده کارامد و درعین‌حال بزرگ بوده است. قفسهٔ سینهٔ ستبر آن‌ها به‌خوبی گویای این مسئله است.

ممنچی‌سورس[۱۲]

یکی از بزرگ‌ترین دایناسورها، با بلندترین گردنیَ است که می‌توان تصورکرد. طول گردن این دایناسور ۳۵ متری به‌تنهایی ۱۷ متر بود! ممنچی‌سورِسِ ۷۵ تنی در اواخر دورهٔ ژوراسیک، یعنی ۱۵۵ میلیون سالِ پیش در جنگل‌های انبوه چین زندگی می‌کرد. متاسفانه اثری از سر این دایناسور کشف نشده است.

برخی از دیگر مشکلات سوروپودها که ناشی گردن‌های دراز آن‌هاست، به درازبودن طناب عصبی، لولهٔ گوارش و لولهٔ تنفس مربوط می‌شود.



12 - *Mamenchisaurus*



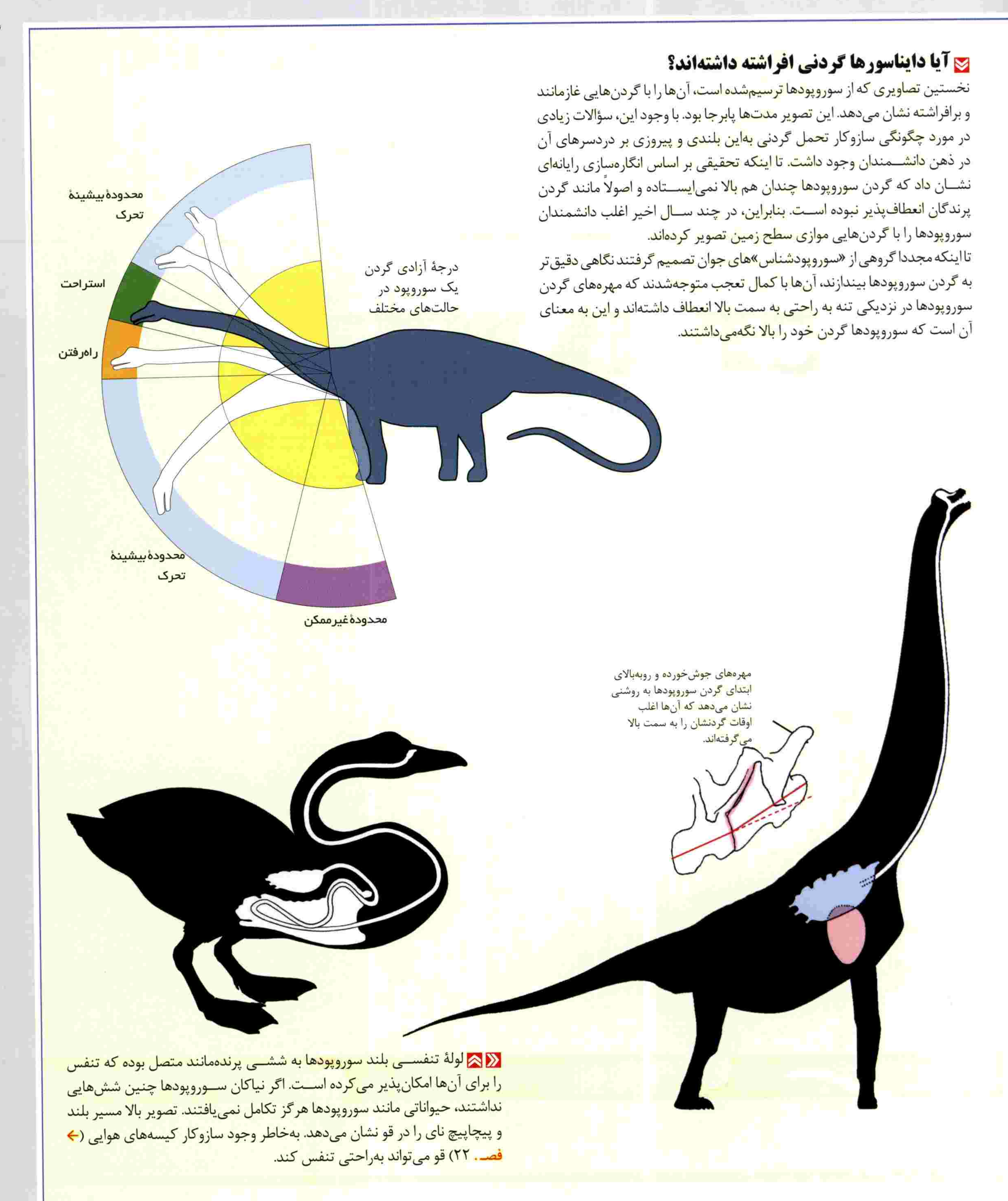
اومی‌سورِس[1]

این ممنچی‌سورید ۱۸ متری با گردن فوق‌العاده درازش حدود ۸/۵ تن وزن داشت. اومی‌سورِس در اواسط دورهٔ ژوراسیک، یعنی ۱۶۵ میلیون سال پیش در جنگل‌های انبوه آسیا می‌زیست. در اینجا می‌بینید که دایناسورهای بالغ از بالای درخت شاخه‌ها را می‌برند و برای جوجه‌ها پایین‌می‌اندازند.

آیا دایناسورها گردنی افراشته داشته‌اند؟

نخستین تصاویری که از سوروپودها ترسیم‌شده است، آن‌ها را با گردن‌هایی غازمانند و برافراشته نشان می‌دهد. این تصویر مدت‌ها پابرجا بود. با وجود این، سؤالات زیادی در مورد چگونگی سازوکار تحمل گردنی به‌این بلندی و پیروزی بر دردسرهای آن در ذهن دانشـمندان وجود داشت. تا اینکه تحقیقی بر اساس انگاره‌سازی رایانه‌ای نشـان داد که گردن سوروپودها چندان هم بالا نمی‌ایسـتاده و اصولاً مانند گردن پرندگان انعطاف‌پذیر نبوده اسـت. بنابراین، در چند سـال اخیر اغلب دانشمندان سوروپودها را با گردن‌هایی موازی سطح زمین تصویر کرده‌اند.

تا اینکه مجددا گروهی از «سوروپودشناس»های جوان تصمیم گرفتند نگاهی دقیق‌تر به گردن سوروپودها بیندازند، آن‌ها با کمال تعجب متوجه‌شدند که مهره‌های گردن سوروپودها در نزدیکی تنه به راحتی به سمت بالا انعطاف داشته‌اند و این به معنای آن است که سوروپودها گردن خود را بالا نگه‌می‌داشتند.



لولهٔ تنفسـی بلند سوروپودها به ششـی پرنده‌مانند متصل بوده که تنفس را برای آن‌ها امکان‌پذیر می‌کرده اسـت. اگر نیاکان سـوروپودها چنین شش‌هایی نداشتند، حیواناتی مانند سوروپودها هرگز تکامل نمی‌یافتند. تصویر بالا مسیر بلند و پیچاپیچ نای را در قو نشان می‌دهد. به‌خاطر وجود سازوکار کیسه‌های هوایی (← فصـ. ۲۲) قو می‌تواند به‌راحتی تنفس کند.

1- *Omeisaurus*

دیپلودوکوئیدها

اسب‌های دیوپیکر

دیپلودوکوئیدها[1] یکی از دو تبار اصلی نیوسوروپودها هستند. عجیب‌ترین و شناخته‌شده‌ترین سوروپودها در همین گروه جای دارند. غول‌پیکرترین دایناسور، که احتمالاً ۶۰ متر طول داشته است، نیز جزء همین گروه است. به علاوه، می‌توان خانواده‌ای از سوروپودهای گردن‌کوتاه و کوچک را هم در میان دیپلودوکوئیدها پیداکرد. آن‌ها با سرهای اسب‌مانند و پوزه‌های پهنشان بیشتر از شاخه‌های کم‌ارتفاع و گیاهان سطح زمین تغذیه می‌کرده‌اند. این ویژگی‌ها را در ساختار جمجمهٔ آن‌ها به‌خوبی می‌توان دید. دیپلودوکوئیدها از اواخر ژوراسیک تا میانهٔ دورهٔ کرتاسه در اروپا، آفریقا، آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی می‌زیستند. اخیراً در آسیا هم نمونه‌هایی از آن‌ها پیدا شده‌است.

تکامل و تنوع دیپلودوکوئیدها

این تبار از سوروپودها، شامل سه خانواده است: رباچی‌سوریدها[2]، دیکریوسوریدها[3] و دیپلودوسیدها[4]. هر سه گروه گیاه‌خوارانی بودند که بیشتر از شاخه‌های کوتاه درختان و گیاهان سطح زمین تغذیه می‌کردند. گرچه نمونه‌های جنگل‌نشینی هم بودند که برای تغذیه از شاخه‌های بلند گیاهان مخروط‌دار بلندقامت، مثل سرخ‌دارها، ناچار بودند گردن خود را بالا ببرند و حتی روی پای عقب خود بایستند.

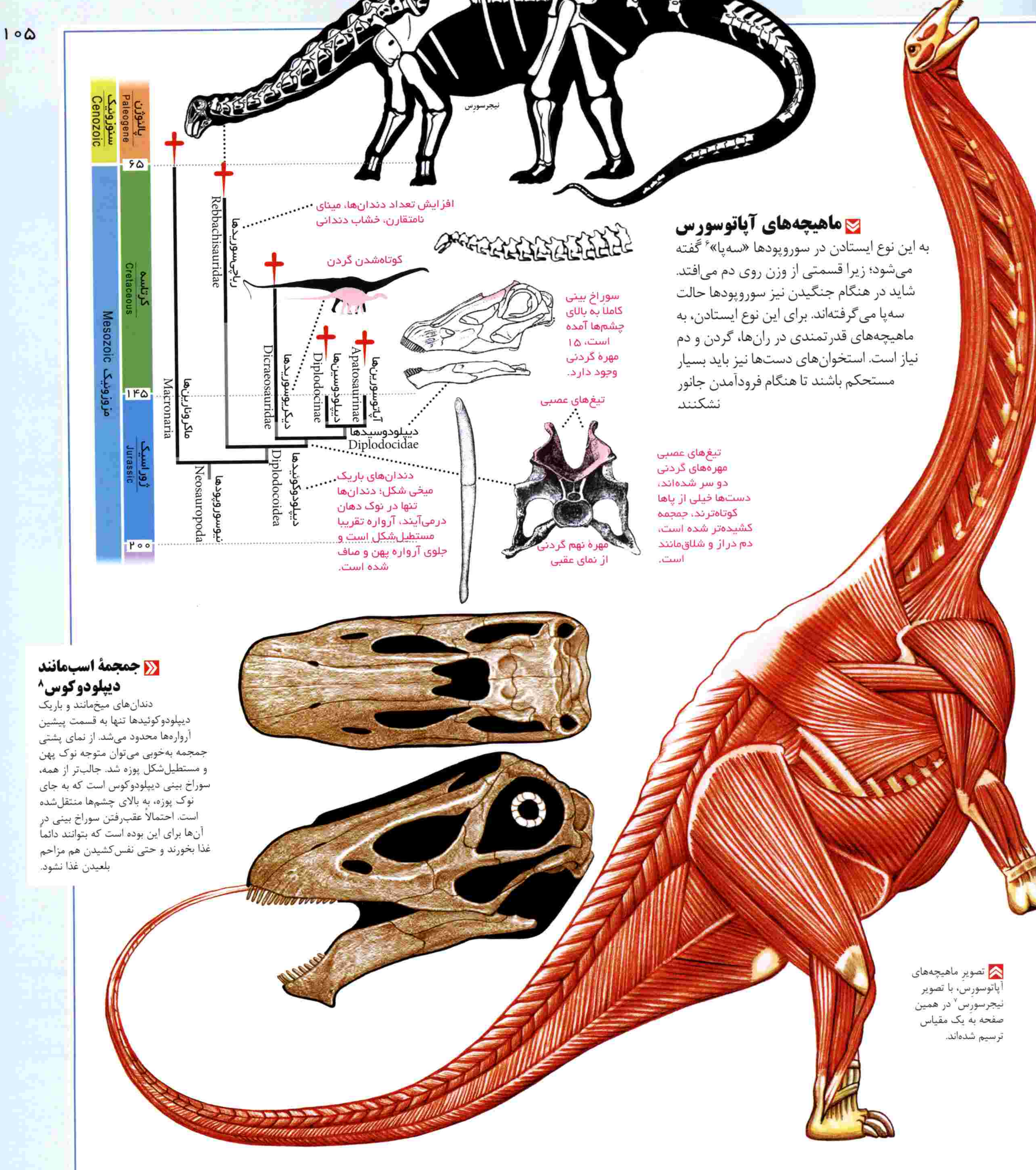
تبار رباچی‌سوریدها زودتر از دیگر دیپلودوکوئیدها جداشد. این دایناسورها با پوزهٔ پهن و دندان‌های زیادشان شناخته می‌شوند. رباچی‌سوریدها تنها در دو قارهٔ جنوبی، یعنی آمریکای جنوبی و آفریقا، شناخته شده‌اند. آن‌ها گردن‌های نسبتاً کوتاهی دارند؛ گرچه در کوتاهی گردن به پای خانوادهٔ بعدی، یعنی دیکریوسوریدها، نمی‌رسند.

دیکریوسوریدها و دیپلودوسیدها شباهت‌های بیشتری با هم دارند؛ مثلاً تیغ‌های عصبی گردن آن‌ها دو سر است. این حالت نشان‌دهندهٔ قدرت ماهیچه‌های گردن در هر دو گروه است. با کمال تعجب، دیکریوسوریدها گردن‌های بسیار کوتاهی داشته‌اند. آن‌ها نیز در اواخر ژوراسیک و اوایل کرتاسه تنها در دو قارهٔ آفریقا و آمریکای جنوبی می‌زیسته‌اند. بنابراین می‌توانیم نتیجه‌بگیریم که کل تبار دیپلودوکوئیدها از قاره‌های جنوبی منشأ گرفته‌اند.

خانوادهٔ دیپلودوسیدها در پایان دورهٔ ژوراسیک منقرض‌نشدند و در زمان خود موفق‌ترین گروه این تبار محسوب‌می‌شدند. تنوع گسترده‌ای از دایناسورهای گردن‌دراز در آفریقا، آمریکای شمالی و اروپا از دل این خانواده پیدا شد.

آپاتوسورس[5]

آپاتوسورِس حدود ۲۳ متر طول، و ۱۴ تا ۲۰ تن وزن داشت. تصور کنید حیوانی به این بزرگی روی پاهای عقبش بایستد و از برگ‌های بالای درخت تغذیه‌کند! دو پستاندار کوچک را هم می‌بینید به دیدار این علف‌خوار غول‌آسا رفته‌اند. این دایناسور در حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش در دشت‌های نیمه‌خشک، جنگل‌های فصلی و آبرفت‌های آمریکای شمالی می‌زیسته است.



ماهیچه‌های آپاتوسورس

به این نوع ایستادن در سوروپودها «سه‌پا»[6] گفته می‌شود؛ زیرا قسمتی از وزن روی دم می‌افتد. شاید در هنگام جنگیدن نیز سوروپودها حالت سه‌پا می‌گرفته‌اند. برای این نوع ایستادن، به ماهیچه‌های قدرتمندی در ران‌ها، گردن و دم نیاز است. استخوان‌های دست‌ها نیز باید بسیار مستحکم باشند تا هنگام فرودآمدن جانور نشکنند.

جمجمهٔ اسب‌مانند دیپلودوکوس[8]

دندان‌های میخ‌مانند و باریک دیپلودوکوئیدها تنها به قسمت پیشین آرواره‌ها محدود می‌شد. از نمای پشتی جمجمه به‌خوبی می‌توان متوجه نوک پهن و مستطیل‌شکل پوزه شد. جالب‌تر از همه، سوراخ بینی دیپلودوکوس است که به جای نوک پوزه، به بالای چشم‌ها منتقل‌شده است. احتمالاً عقب‌رفتن سوراخ بینی در آن‌ها برای این بوده است که بتوانند دائماً غذا بخورند و حتی نفس‌کشیدن هم مزاحم بلعیدن غذا نشود.

تصویر ماهیچه‌های آپاتوسورس، با تصویر نیجرسورس[7] در همین صفحه به یک مقیاس ترسیم شده‌اند.

1- Diplodocoidea 2- Rebbachisauridae 3- Dicraeosauridae 4- Diplodocidae 5- *Apatosaurus* 6- Tripodal 7- *Nigersaurus* 8- *Diplodocus*



سوروپود بادبان‌دار

آمارگاســورِس[1]، درست مثل اورانوسـورِس[2] (← فصـ. ۱۶) و اسپاینوسورِس[3] (فصل ۳۴)، دارای تیغ‌های عصبی بلند بود که بادبانی زنده پشت او می‌ساختند (← فصـ. ۷ و ۸). اما بر خلاف آن‌ها، تیغ‌های عصبی در گردن آمارگاسورِس رشد بیشتری نسبت به مهره‌های پشتی این حیوان داشتند. آمارگاسورِس ۱۳ متر طول و ۴ تن وزن داشت. این‌دایناسور در حدود ۱۲۰ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیست.

جمجمهٔ دیکریوسورس

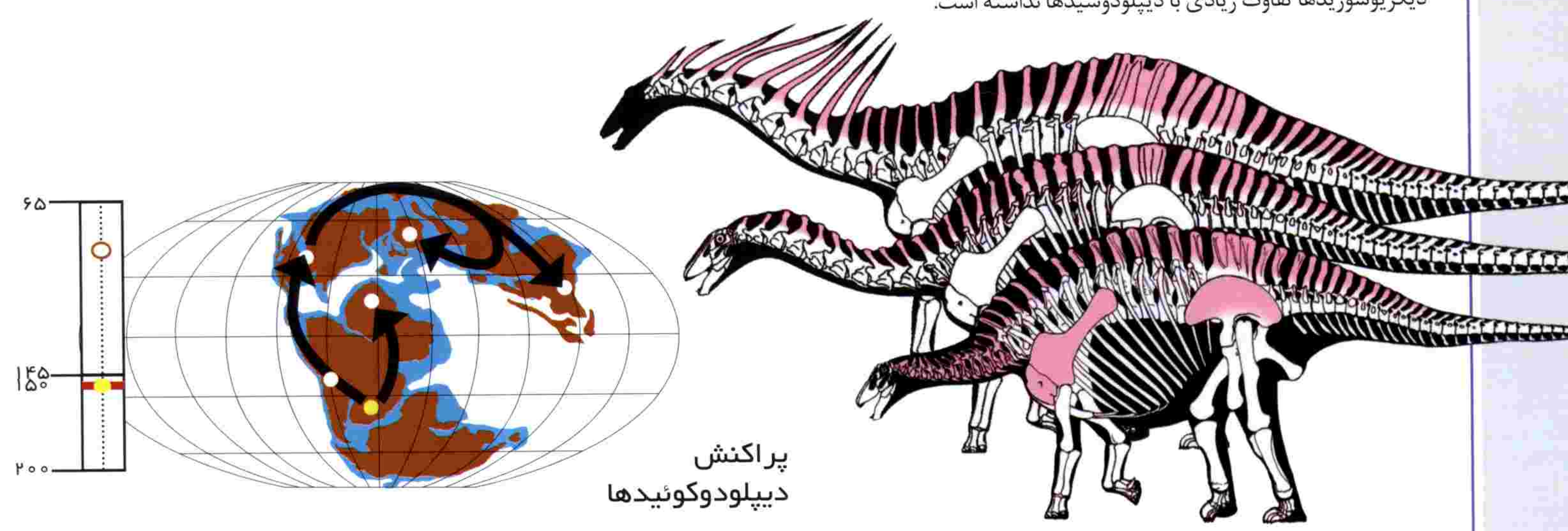
جمجمهٔ دیکریوسورِس کمابیش شبیه به دیپلودوسیدهاست اما تفاوت‌هایی نیز دارد، به‌ویژه در نسبت قسمت‌های مختلف جمجمه. به تفاوت اندازهٔ حفره‌های چشم و پیش‌چشمی در دیکریوسورِس و دیپلودوکوس دقت کنید.

خنده‌دارترین سوروپودها

برکی‌تراکلوپن[4] شـاید عجیب‌ترین و خنده‌دارترین دایناسـور باشد. در میان تبار گردن‌دراز دایناســورهای ســوروپود، وجود یکی که گردنی به‌این کوتاهی داشــته باشد، خیلی عجیب است! این حیوان گردن‌کوتاه که در حدود ۱۵۵ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی‌می‌زیست، ۱۰ متر طول داشت و وزنش ۵ تن بود. دیگر اعضای خانوادهٔ دیکریوســوریدها نیز دســت‌کمی از برکی‌تراکلوپن نداشتند. خود دیکریوسورِس[5] نیز تنها ۱۴ متر طول داشت و هم‌زمان با براکی‌تراکلوپن در آفریقا می‌زیست. آمارگاســورِس هم به‌خاطر تیغه‌های عصبی بلند پشت گردنش چهرهٔ معروف دیگری در میانِ دایناسورهاســت! گردنِ این ســوروپودهای نسبتاً کوچک نشــان می‌دهد که طول و شکل گردن احتمالاً برای شناسایی افراد هم‌گونه به‌کار می‌رفته اســت (← فصـ. ۲۱)؛ زیرا به جز طول گردن و تیغ‌های عصبی، بقیهٔ بدن دیکریوسوریدها تفاوت زیادی با دیپلودوسیدها نداشته است.

خانوادهٔ دیکریوسوریدها

به‌گردن‌های کوتاه و تیغ‌های عصبی بلند، شــکل لگن و کتف در این دایناســورها توجه کنید. جلوتر از همه براکی‌تراکلوپن دیده می‌شود و پشت سرش، اسکلت دو دیکریوسورید دیگر در همان مقیاس دیده می‌شوند: دیکریوسورِس با گردنی اندکی بلندتر و آمارگاسورِس با تیغ‌های عصبی بلند پشت گردنش.

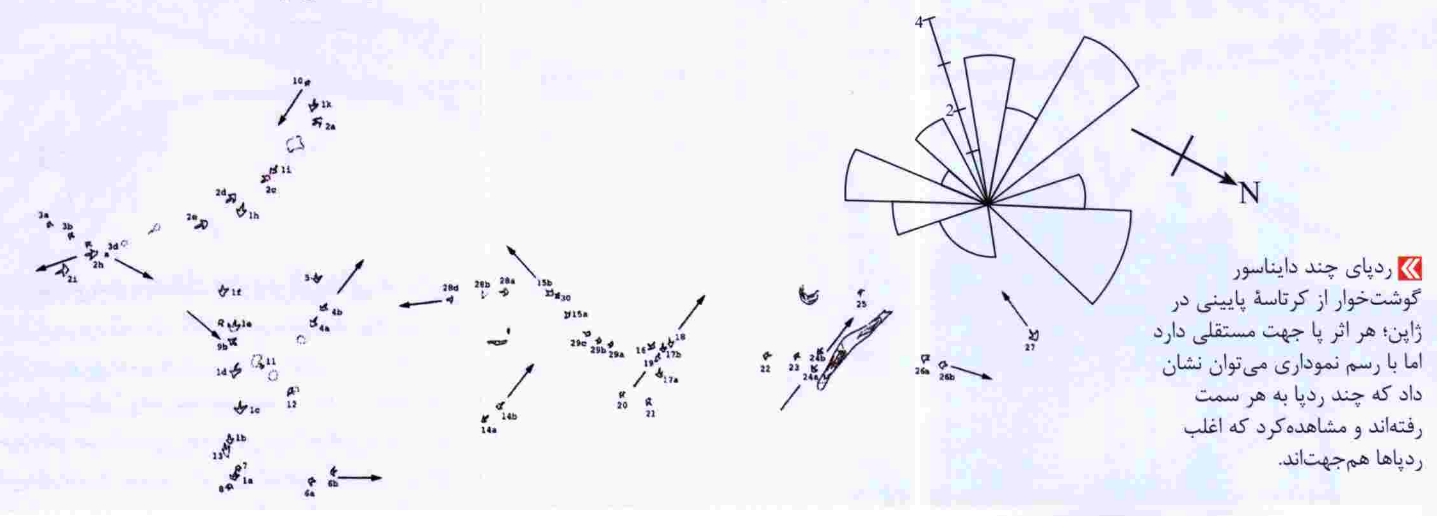


پراکنش
دیپلودوکوئیدها

1- *Amargasaurus* 2- *Ouranosaurus* 3- *Spinosaurus* 4- *Brachytrachelopan* 5- *Dicraeosaurus*

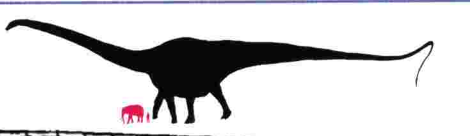
زندگی اجتماعی در میان دایناسورها

بزرگ‌شدن مغز و نگهداری از زاده‌ها، دو برتری مهم آرکوسورها نسبت به خزندگان دیگر بود که به‌تدریج در مسیر تکامل پرندگان توسعهٔ بیشتری هم یافت (← فصـ. ۴۲ و ۴۴). یکی از دستاوردهای جانبی این برتری‌ها، رشد زندگی اجتماعی و گله‌ای در دایناسورها بود اما ما چگونه می‌توانیم بفهمیم که برخی از دایناسورها به‌صورت گله‌ای زندگی می‌کرده‌اند؟ پاسـخ این پرسـش در سنگواره‌های ردپای دایناسورها دیده می‌شود: در بسیاری نقاط آثار ردپای دایناسورها به‌صورت درهم‌وبرهم و به تعداد زیاد دیده می‌شود. البته در نگاه اول همین می‌تواند نشان‌دهندهٔ وجود زندگی گله‌ای در آن‌ها باشد اما برای اینکه مطمئن شویم که این همه ردپا به‌طور اتفاقی کنار هم قرارنگرفته‌اند، ناچاریم به بررسی آن‌ها بپردازیم. دانشمندان در این‌گونه مواقع، تک‌تک اثرهای پا را می‌شمرند و جهت حرکت آن‌ها را به تفکیک دسته‌بندی می‌کنند. در همهٔ موارد، بیشتر ردپاها در یک جهت‌اند و این نشان می‌دهد که صاحبان آن‌ها به‌طور اتفاقی این‌سو و آن‌سو نمی‌رفته‌اند بلکه هماهنگ با یک‌دیگر هماهنگ حرکت می‌کرده‌اند.



ردپای چند دایناسور گوشت‌خوار از کرتاسهٔ پایینی در ژاپن؛ هر اثر پا جهت مستقلی دارد اما با رسم نموداری می‌توان نشان داد که چند ردپا به هر سمت رفته‌اند و مشاهده‌کرد که اغلب ردپاها هم‌جهت‌اند.

ردپای چند دیپلودوسید از ژوراسیک بالایی آمریکای شمالی؛ به‌وضوح می‌توان دریافت که همهٔ آن‌ها در یک جهت حرکت می‌کرده‌اند.



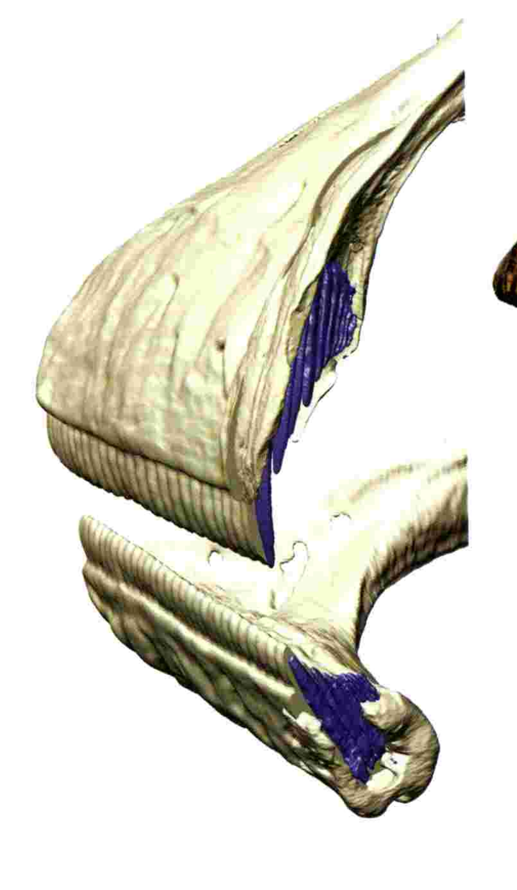
آمفی‌سیلیاس[1]

این دایناسور شاید بزرگ‌ترین جانوری باشد که روی زمین راه‌رفته است. گرچه نمونهٔ خیلی کاملی از این دایناسور به‌دست‌نیامده (برخلاف برخی نمونه‌های غول‌پیکر ← فصـ. ۲۵ و ۲۸) مقایسهٔ اندازهٔ مهره‌های آمفی‌سیلیاس با دیپلودوکوس نشـان می‌دهد که آمفی‌سـیلیاس ۶۰ متر طول و در حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ تن وزن داشته اسـت! آمفی‌سیلیاس ۱۱۵ـ۱۵۰ میلیون سـال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست.

رباچی‌سوریدها: جاروبرقی‌های مرداب

کامل‌ترین سنگواره‌ای که از رباچی‌سوریدها پیدا شده، مربوط به نیجرسورِس است. نیجرسـورِس سـوروپود نُه متری کوچکی بود که تنها ۲ تن وزن داشت. جمجمهٔ این دایناسـور آن‌قدر سـبک و ظریف بود که بعضی از استخوان‌های آرواره نور را از خود عبورمی‌دادند. این دایناسور ۱۱۵ میلیون سال پیش در آبرُفت‌های حاصل‌خیز شـمال آفریقا می‌زیسـت و از گیاهان کوچک سـطح آب تغذیه می‌کرد. خانوادهٔ رباچی‌سوریدها تا ۸۵ میلیون سال پیش هم در آمریکای جنوبی حضور داشتند اما با انقراض نسل آن‌ها، که آخرین نماینده‌های تبار دیپلودوکوئیدها بودند، در حقیقت نسـل دیپلودوکوئیدها نیز منقرض شد. رباچی‌سوریدها به جز آمریکای جنوبی در آفریقا و اروپا نیز حضور داشتند.







دهان گشاد و دندان‌های ریز

دهان نیجرسورِس و دیگر رباچی‌سوریدها بسیار پهن بود و تنها در لبهٔ عریض و صاف جلوی دهان تعداد زیادی دندان‌های کوچک وجود داشت. درست مانند سراتوپسیدها (← فصـ. ۲۱) و هادروسورها (← فصـ. ۱۷)، یک خشاب دندانی پر از دندان‌های پی‌درپی موفقیت نیجرسورِس را در تغذیه تضمین می‌کرد. در تصویر رایانه‌ای از مقطع آروارهٔ نیجرسورِس می‌توانید دندان‌های خشاب‌دندانی را، که با رنگ بنفش مشخص شده‌اند، ببینید.

1- *Amphicoelias*



اسکلت دیپلودوکوس

دیپلودوکوس یکی از معروف‌ترین دایناسورهای این گروه، گردن و به‌خصوص دمی بسیار بلند داشت. اغلب نمونه‌های دیپلودوکوس حدود ۲۵ متر طول دارند. وزن دیپلودوکوس‌های ۲۵ متری حدود ۱۲ تن است. دیپلودوکوس در پایان ژوراسیک در مناطق نیمه‌خشک، جنگلی و آبرفتی آمریکای شمالی می‌زیست.

گردن‌های دراز، دم‌های درازتر

گردنِ دراز دیپلودوسیدها به کمک تاندون‌های بسیار مستحکمی بالا نگه‌داشته‌می‌شد. سر دیگر بدن آن‌ها، یعنی دمشان، نیز با چنین ساز وکاری همیشه در حال تکان خوردن در هوا بود.

به‌نظر بسیاری از دانشمندان، دیپلودوسیدها از دم برای شلاق‌زدن به شکارچی‌های بداخلاق، و ایجاد ارتباط درون‌گروهی استفاده می‌کرده‌اند. مهره‌های انتهای دم بسیار کوچک و ظریف بودند و می‌توانستند با سرعت بسیار زیاد در هوا بلرزند و امواج فراصوت ایجادکنند.

ماکروناری‌ن‌ها
اژدهایان ماغ‌کش، زرافه‌های درازدست

ماکروناری‌ن‌ها[1] دومین تبار از نیوسوروپودها بودند. برخلاف دیپلودوکوئیدها، دندان‌های اغلب ماکروناری‌ن‌ها پهن و قاشق‌مانند بود. آن‌ها بینی‌های بزرگی داشتند و دست‌هایشان به‌بلندی پاهایشان، یا حتی بلندتر بود. ابتدایی‌ترین ماکروناری‌ن‌ها دایناسورهایی بزرگ (با یک استثنا) بودند که در اواخر ژوراسیک ظاهر شدند اما در دل این تبار درازدست، تباری دیگر به نام تایتانوسورها تکامل یافتند که کمابیش به دیپلودوکوئیدها شبیه بودند. در فصل آینده به آخرین تبار از دایناسورهای سوروپود، یعنی ماکروناری‌ن‌های تایتانوسور، می‌پردازیم.

نخستین ماکروناری‌ن‌ها

نخستین ماکروناری‌ن‌ها در ژوراسیک بالایی ظاهرشدند و به‌خاطر تفاوت‌هایی که در شکل دندان‌ها، طول گردن، بازوها و در مجموع، ارتفاع سر در حالت طبیعی با پسرعموهایشان، یعنی دیپلودوکوئیدها داشتند، توانستند بدون رقابت با آن‌ها از طیف دیگری از گیاهان تغذیه‌کنند و با موفقیت در بیشتر نقاط جهان پراکنده‌شوند.

داشتن بینی بزرگ و برآمده مهم‌ترین ویژگی این دایناسورها بود. درست مثل بینی بزرگ هادروسورها[2] (← فصـ. ۱۷) ایجاد صدا در موقعیت‌های اجتماعی و جفت‌یابی احتمالاً دلیل اصلی بزرگ‌شدن بینی در سوروپودها بوده است. کاماراسورِس[3] یکی از ابتدایی‌ترین نمونه‌های ماکروناری‌ن‌هاست که اغلب ویژگی‌های آن‌ها را به‌خوبی نشان می‌دهد.

در نمونه‌های بعدی، مثل یوروپاسورِس[4] و براکیوسوریدها[5]، طول پوزه نسبتاً بیشتر می‌شود. یوروپاسورِس که به تازگی کشف‌شده است، به‌خاطر اندازهٔ کوچکش یکی از مهم‌ترین ماکروناری‌ن‌ها محسوب می‌شود. در این دایناسور و ماکروناری‌ن‌های بعدی، دست‌ها بلندتر و بزرگ‌تر از پاهای عقبی هستند. براکیوسوریدها خانواده‌ای از ماکروناری‌ن‌های غول‌آسا با گردن‌دراز و دستان بلند و کشیده، و سرِ افراشته بودند که اغلب در آفریقا، اروپا و آمریکای شمالی می‌زیستند و تا اواسطِ کرتاسه نیز در روی زمین به زندگی ادامه‌دادند. آخرین تبار ماکروناری‌ن‌ها، گروهی کمتر شناخته‌شده به نام تایتانوسورها[6] بودند که بیشتر در سرزمین‌های جنوبی، به‌خصوص آمریکای جنوبی، ماداگاسکار و هندوستان شناخته شده‌اند؛ گرچه برخی از آن‌ها نیز به آسیا و آمریکای شمالی رسیده‌اند. تایتانوسورها آخرین سوروپودهای روی کرهٔ زمین بودند و ۶۵ میلیون سال پیش هنگامی که به‌همراه بیشتر دایناسورهای دیگر منقرض‌شدند، مدت‌ها از انقراض گروه‌های دیگر سوروپودها می‌گذشت. عجیب‌ترین نکته در مورد تایتانوسورها این است که تا مدتی پیش تصور می‌شد که آن‌ها جزء دیپلودوکوئیدها هستند. در فصل ۲۸ به تکامل و تنوع تایتانوسورها خواهیم‌پرداخت و در آنجا شما دلیل این اشتباه تاریخی را درخواهیدیافت.

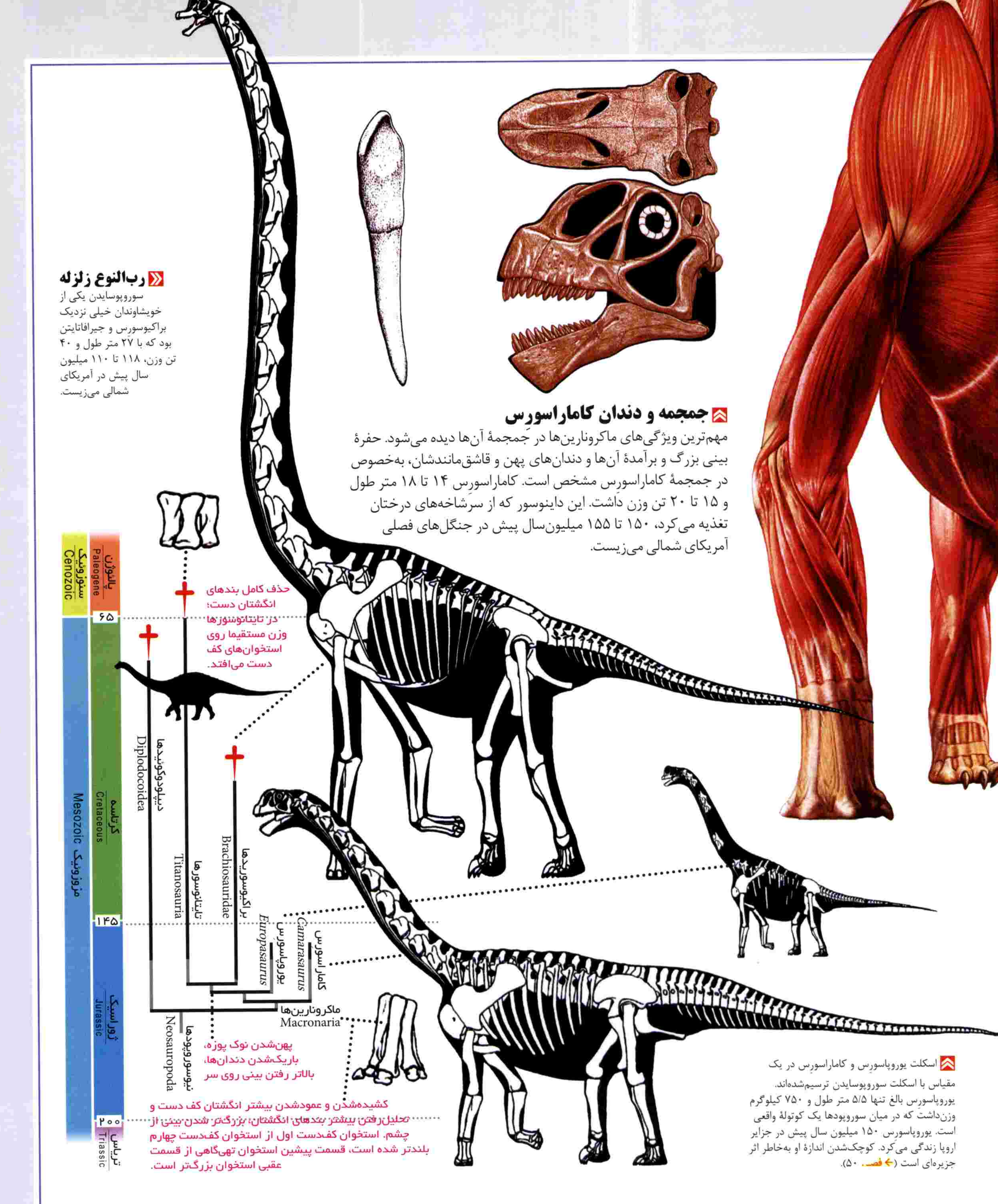
ماهیچه‌های غول‌زرافه

ماکروناری‌ن‌ها، به‌ویژه براکیوسوریدها، دارای دست‌هایی بلندتر از پاهای عقبی خود بودند. آن‌ها ماهیچه‌های کتف و سینهٔ بسیار ستبری نیز داشتند. درحقیقت، بیشتر وزن بدن روی دست‌ها متمرکز بود. استخوان‌های کف دست به‌صورت ستون‌های ستبر موازی زیر استخوان‌های ساعد قرار گرفته‌بودند و بندهای انگشتان تحلیل‌رفته بود. رباط‌های محکمی این استخوان‌ها را به هم بسته‌نگاه‌می‌داشت. جیرافاتایتن[7] که ۲۵ متر طول و ۴۰ تن وزن‌داشته است، نمونهٔ بارز یک براکیوسورید محسوب می‌شود. این دایناسور عظیم، ۱۵۵ تا ۱۵۰ میلیون سال پیش در مناطق ساحلی و جنگل‌های عمیق آفریقا می‌زیست.

1- Macronaria 2- Hadrosauria 3- *Camarasaurus* 4- *Europasaurus* 5- Brachiosauridae 6- Titanosauria 7- *Giraffatitan*

رب‌النوع زلزله

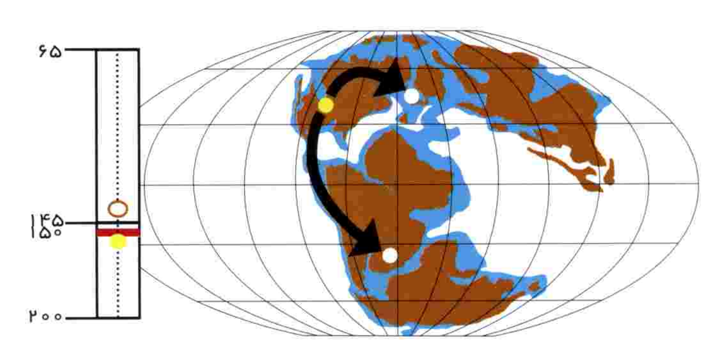
سوروپوسایدن یکی از خویشاوندان خیلی نزدیک براکیوسورس و جیرافاتایتن بود که با ۲۷ متر طول و ۴۰ تن وزن، ۱۱۸ تا ۱۱۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست.



جمجمه و دندان کاماراسورس

مهم‌ترین ویژگی‌های ماکروناریین‌ها در جمجمهٔ آن‌ها دیده می‌شود. حفرهٔ بینی بزرگ و برآمدهٔ آن‌ها و دندان‌های پهن و قاشق‌مانندشان، به‌خصوص در جمجمهٔ کاماراسورس مشخص است. کاماراسورس ۱۴ تا ۱۸ متر طول و ۱۵ تا ۲۰ تن وزن داشت. این دایناسور که از سرشاخه‌های درختان تغذیه می‌کرد، ۱۵۰ تا ۱۵۵ میلیون‌سال پیش در جنگل‌های فصلی آمریکای شمالی می‌زیست.

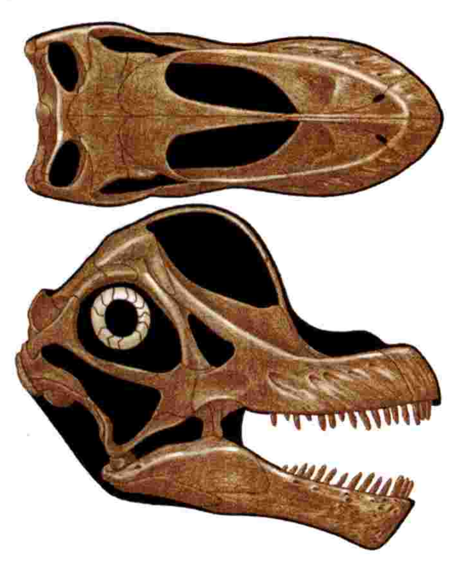
اسکلت یوروپاسورس و کاماراسورس در یک مقیاس با اسکلت سوروپوسایدن ترسیم‌شده‌اند. یوروپاسورس بالغ تنها ۵/۵ متر طول و ۷۵۰ کیلوگرم وزن‌داشت که در میان سوروپودها یک کوتولهٔ واقعی است. یوروپاسورس ۱۵۰ میلیون سال پیش در جزایر اروپا زندگی می‌کرد. کوچک‌شدن اندازهٔ او به‌خاطر اثر جزیره‌ای است (← فصـ. ۵۰).



پراکنش نخستین ماکرونارین‌ها

من آمده‌ام!

دو براکیوسورِس[1] نر در برابر هم ایستاده‌اند و مشغول خودنمایی هستند. آن‌ها درست مثل پرندگان امروزی، با پرباد کردن گردن‌هایشان، برتری خود را اعلام می‌کنند. براکیوسورِس که در پایان ژوراسیک در آمریکای شمالی می‌زیست، ۲۲ متر طول و ۳۵ تن وزن داشت.

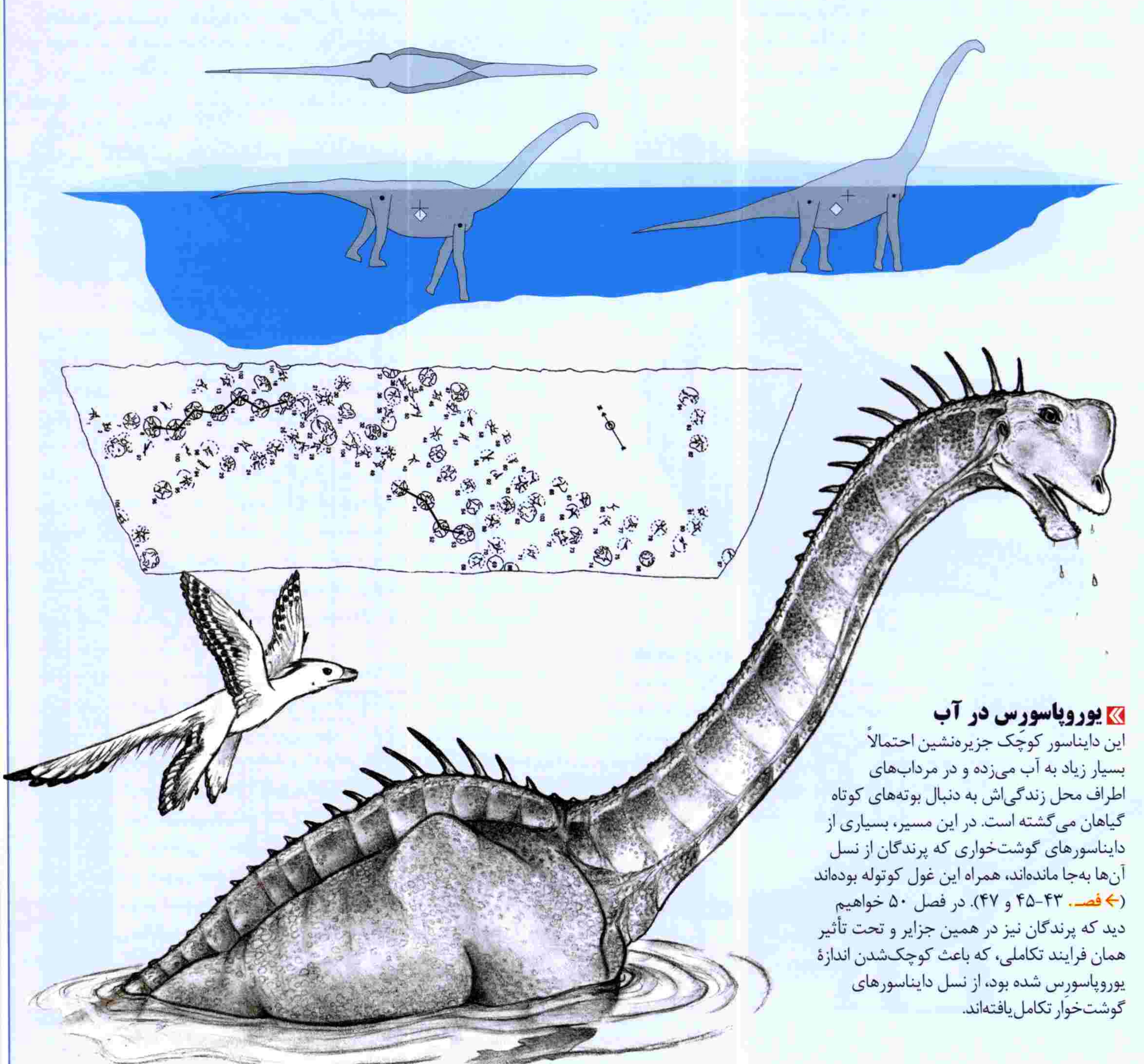


ساختار جمجمه و بینی در ماکرونارین‌ها

بینی بزرگ ماکرونارین‌ها به‌شکل برآمدگی بزرگی در بالای سرشان درآمده بود. روی این برآمدگی استخوانی را لایه‌ای پوستی می‌پوشاند و سوراخ خارجی بینی در قسمت پیشین پوزه به‌بیرون بازمی‌شد. این دایناسورها با بادکردن بینی‌هایشان، برای هم آواز می‌خواندند. در اینجا جمجمهٔ براکیوسورِس برای نمونه آمده است.

آیا سوروپودها به درون آب می‌رفتند؟

در قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم که نخستین آثار دایناسورهای سوروپود به‌تازگی پیدا شده بود، تصور اغلب دانشمندان این بود که چنین حیواناتی نمی‌توانند روی خشکی قدم‌بگذارند؛ زیرا بر اثر وزن زیادشـان قطعاً پاهایشـان می‌شکند و می‌میرند. بنابراین، آن‌ها را موجوداتی نیمه‌آبزی تلقی می‌کردند اما به‌تدریج با تغییر نگاه ما به دایناسورها، متوجه‌شدیم که سوروپودها با راه‌رفتن روی خشکی مشکلی نداشته‌اند و اغلب روی خشکی به‌سرمی‌برده‌اند. یکی از مهم‌ترین دلایل امکان رشد زیاد سوروپودها و فائق‌آمدن آن‌ها بر مشکلات، اندازهٔ بزرگ کیسه‌های هوایی بوده است که از نیاکان مشترکشان با پرنده‌ها به‌ارث‌برده بودند (← فصـ. ۲۲) اما اگر سوروپودها کیسه‌های هوایی داشته‌اند، آیا در موقعیت‌هایی که مجبور بوده‌اند به‌آب‌بزنند، روی آب شـناور می‌مانده‌اند؟ پیدا شـدن جای دست‌های سوروپودها درون گل‌های نرم کف آب نشان می‌دهد که آن‌ها در صورت واردشدن به آب، درحالی که گردنشان از آب بیرون بوده است، روی آب شناور می‌مانده‌اند. محاسبات رایانه‌ای نشان می‌دهد که جرم حجمی یک سوروپود، ۰/۸۸ جرم حجمی آب بوده است. در پایین نمونه‌ای از ردپاهای سوروپودها را می‌بینید که فاقد اثر پاهای عقبی‌ست. صاحب این ردپا، درست مثل شکل زیر، درحالی که در آب شناور بوده با دست‌هایش خود را به‌سمت جلو می‌کشیده است. یک براکیوسورِس ۲۵ متری در آب‌های عمیق‌تر از ۴/۳ متر به‌حالت شناور درمی‌آمده است. علامت + نشان‌دهندهٔ مرکز جرم بدن حیوان و ◇ مرکز جرم حیوان در حالت شناوری در آب است.



یوروپاسورس در آب

این دایناسور کوچَک جزیره‌نشین احتمالاً بسیار زیاد به آب می‌زده و در مرداب‌های اطراف محل زندگی‌اش به دنبال بوته‌های کوتاه گیاهان می‌گشته است. در این مسیر، بسیاری از دایناسورهای گوشت‌خواری که پرندگان از نسل آن‌ها به‌جا مانده‌اند، همراه این غول کوتوله بوده‌اند (← فصـ. ۴۳-۴۵ و ۴۷). در فصل ۵۰ خواهیم دید که پرندگان نیز در همین جزایر و تحت تأثیر همان فرایند تکاملی، که باعث کوچک‌شدن اندازهٔ یوروپاسورس شده بود، از نسل دایناسورهای گوشت‌خوار تکامل‌یافته‌اند.

1- *Brachiosaurus*

تایتانوسورها
خاندان غول‌ها و کوتوله‌ها

تایتانوسورها[1] از چند جهت جهت دایناسورهای بسیار مهمی هستند. در مورد رده‌بندی و تشریح آن‌ها مدت‌ها اختلاف نظرهای زیادی وجود داشت اما امروزه با قاطعیت می‌گوییم که آن‌ها خویشاوندان نزدیک براکیوسوریدها هستند[2]. ما در مورد شکل جمجمهٔ آن‌ها نیز تا همین اواخر اطلاعات کافی‌نداشتیم اما امروزه می‌دانیم که جمجمهٔ آن‌ها در ظاهر شباهت زیادی به دیپلودوکوئیدها[3] داشته است! تایتانوسورها شامل برخی از بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین سوروپودها می‌شدند و تقریباً در همهٔ قاره‌ها پراکنده بودند اما به‌ویژه آمریکای جنوبی یکی از مهدهای تکامل آن‌ها محسوب می‌شود. دست‌کم دو خانواده از تایتانوسورهای نسبتاً کوچک‌تر، زرهی از استخوان‌های پوستی گرد و کوچک بر پشت خود داشته‌اند. آن‌ها آخرین سوروپودهایی بودند که روی زمین زندگی کردند و سرانجام، ۶۵ میلیون سال پیش همراه بسیاری دایناسورهای دیگر منقرض شدند.

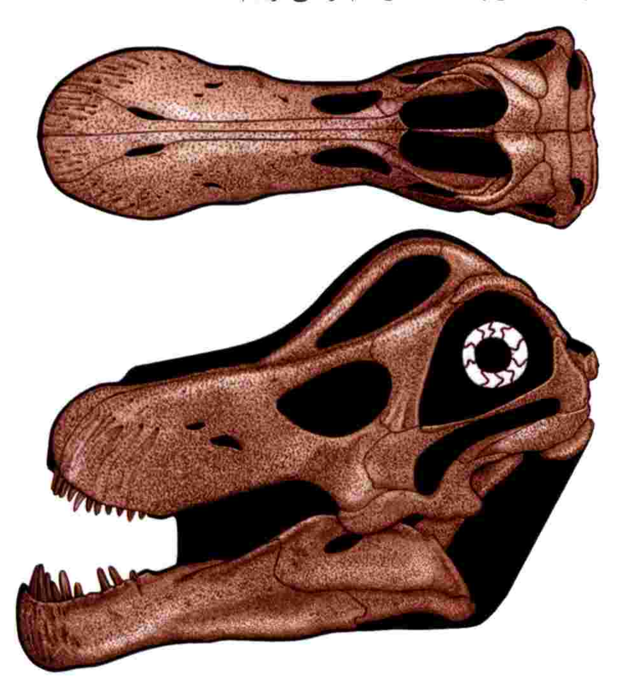
پیدایش تایتانوسورها و جایگاه بوم‌شناختی آن‌ها

قدیمی‌ترین تایتانوسورها تقریباً در اواخر دورهٔ ژوراسیک ظاهرشدند. در مورد این نماینده‌های ابتدایی از تبار بزرگ تایتانوسورها اطلاعات چندانی نداریم اما احتمالاً آن‌ها نیز مانند ماکرونارین‌های دیگر، مثل براکیوسوریدها، دست‌های بلند و گردن‌هایی برافراشته‌داشته‌اند. همان‌طور که پیش از این در مورد نیوسوروپودها گفتیم، ماکرونارین‌ها بیشتر از گیاهان بلندتر و دیپلودوکوئیدها از گیاهان کوتاه تغذیه می‌کردند. تایتانوسورها نیز گروهی از تبار ماکرونارین‌ها بودند اما به‌نظرمی‌رسد که آرام‌آرام شروع به رقابت با دیپلودوکوئیدها کردند. آن‌ها شاید هم در رقابت با براکیوسوریدها به تغذیه از گیاهان کوتاه تمایل پیدا کردند. به‌هرحال، پیدایش تایتانوسورها با کم‌شدن تدریجی و افول دیپلودوکوئیدها، و همین‌طور پیدایش و توسعهٔ گیاهان گل‌دار (← فصل ۲۰) همراه بود. دست‌کم در پایان کرتاسه، یعنی زمانی که گیاهان گل‌دار، حتی گیاهان گل‌دار بسیار پیشرفته‌ای مثل گندمیان، روی زمین وجود داشتند، زیرگروهی از تایتانوسورها زندگی می‌کردند که شکل جمجمه، دندان‌ها، و حتی کوتاه‌شدن نسبی دست‌هایشان یادآور دیپلودوکوئیدها بود. در حقیقت، همین شباهت زیاد موجب آن شده بود که دانشمندان تا مدت‌ها به‌اشتباه تایتانوسورها را گروهی از دیپلودوکوئیدهای زنده‌مانده تا پایان دورهٔ کرتاسه تصور کنند. اشتباهی که با کشف و بررسی نمونه‌های بهتر، مثل راپه‌توسورِس[4] و نمگتوسورِس[5]، در سال‌های اخیر تصحیح‌شد.

تایتانوسورهای ابتدایی بسیاری وجود دارند که سنگواره‌هایی از آن‌ها به‌دست ما رسیده است. برخی از مهم‌ترین آن‌ها حیواناتی مثل آنده‌سورِس[6] و فووِیانگوسورِس[7] هستند. گروه‌های بعدی شش خانواده هستند که عبارت‌اند از: لاینکوسورهای[8] غول‌پیکر و آیولوسوریدهای[9] کوچک‌تر که اواخر کرتاسه در آمریکای جنوبی می‌زیستند؛ آرجیروسوریدهای[10] غول‌پیکر که در آمریکای جنوبی و آفریقا می‌زیستند و تنوع کمتری داشتند؛ آنتارکتوسوریدها[11] که تنوع و پراکنش زیادی داشتند و شامل نمونه‌هایی ۱۰ متری تا ۴۰ متری می‌شدند. آن‌ها در آسیا، آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، هند و استرالیا کشف شده‌اند و احتمالاً در اروپا، آفریقا و قطب جنوب نیز پراکنده بوده‌اند، و سرانجام، دو خانواده از تایتانوسورهای کوچک و زره‌دار، یعنی سالتاسوریدها[12] و نمگتوسوریدها[13]. نمگتوسوریدها در آسیا، آفریقا، اروپا، ماداگاسکار، و آمریکای جنوبی می‌زیستند. ماگیاروسورِس[14] ۵ متری که ۷۰ میلیون سال پیش در جزایر آتش‌فشانی شرق اروپا می‌زیسته، جزء این خانواده بوده است. ماگیاروسورِس نیز درست مانند یوروپاسورِس (← فصل ۲۷) بر اثر زیست‌بوم جزیره‌ای کوتوله شده بود (← فصل ۵۰). سالتاسوریدها نیز گروهی از تایتانوسورهای کوچک و بسیار نزدیک به نمگتوسوریدها بودند که در آسیا، اروپا، ماداگاسکار و آمریکای جنوبی شناسایی شده‌اند.با وجود اطلاعات خوب به‌دست‌آمده در سال‌های اخیر، تایتانوسورها هنوز هم یکی از ناشناخته‌ترین تبارهای دایناسورها هستند.

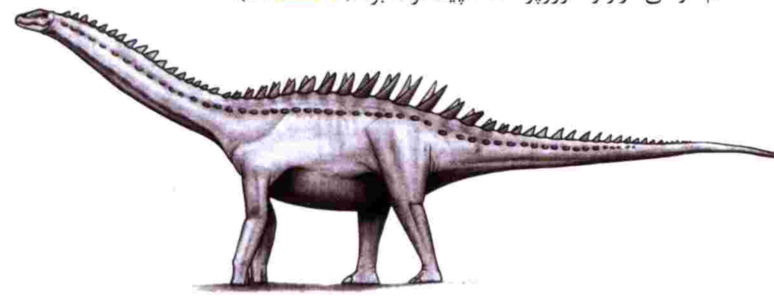
جمجمهٔ تایتانوسورها

این تصویر یکی از بهترین نمونه‌های شناخته‌شده از جمجمهٔ تایتانوسورها و متعلق به نمگتوسورِس است. شباهت جمجمهٔ آن‌ها به دیپلودوکوئیدها (← فصل ۲۶) باعث شده بود تا مدت‌ها نمگتوسورس و تایتانوسورها از تبار دیپلودوکوئیدها تلقی‌شوند اما وجود ویژگی‌هایی مانند لبهٔ تورفتهٔ استخوان آرواره، شکل سوراخ بینی و جزئیات اسکلتی دیگر نشان می‌دهد که تایتانوسورها درواقع ماکرونارین‌هایی بودند که در زیست‌بوم جای‌گزین دیپلودوکوئیدها شدند و برای همین، جمجمه‌های مشابهی پیداکردند. به این پدیده تکامل هم‌گرا می‌گوییم (← فصل ۳۴).



نهایت زره‌پوش‌ها

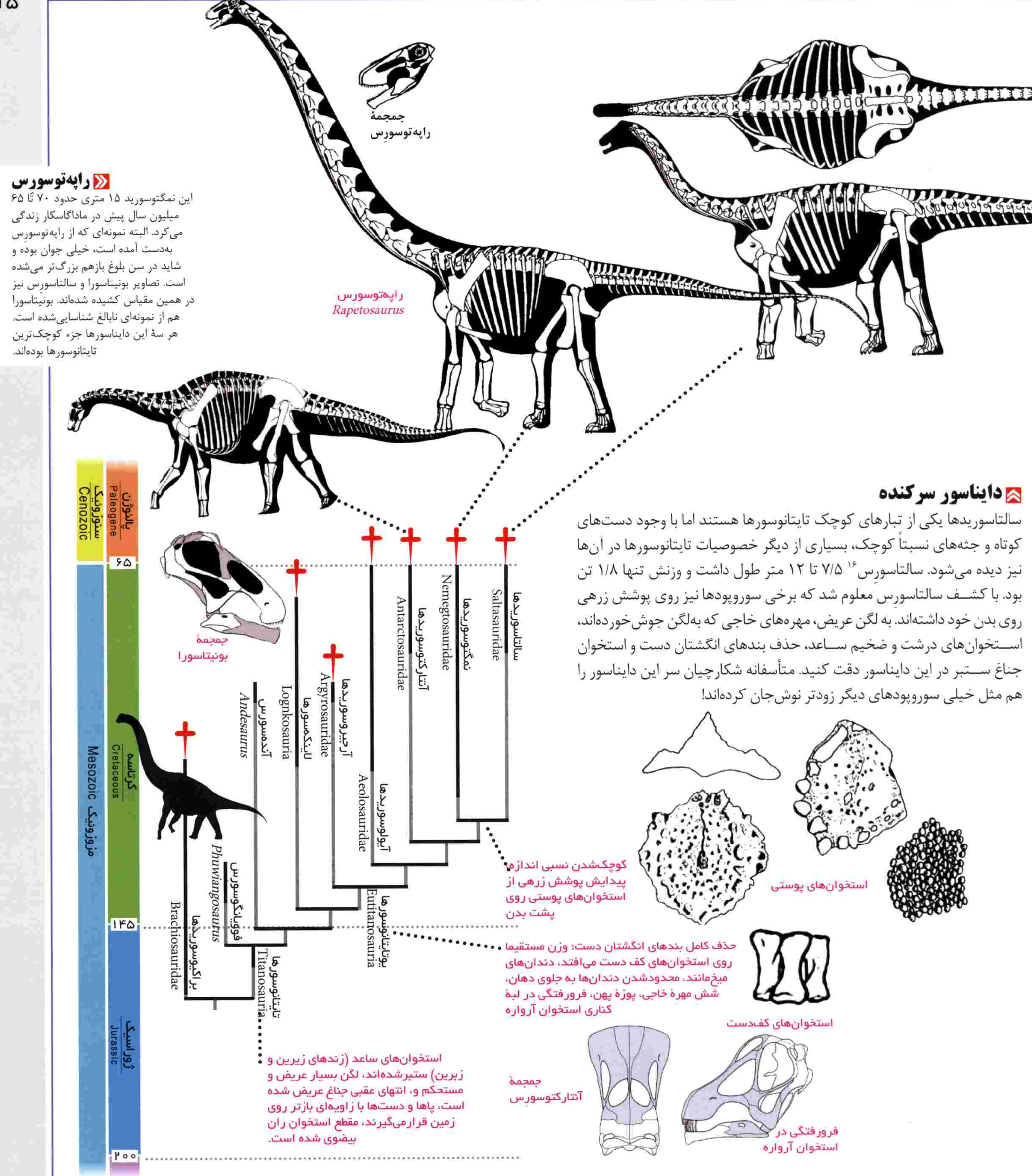
آگوستینیا[15] یک نمگتوسورید ۱۵ متری با ۸ تن وزن بود که در حدود ۱۰۰ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیست. نمگتوسوریدها و سالتاسوریدها در داشتن زرهی از استخوان‌های پوستی مشترک بودند اما این‌میان آگوستینیا با استخوان‌های پوستی بلند و تیز، یادآور استیگوسورها بود. نمونه‌ای از استیگوسورها هم گردنی دراز و سوروپودمانند پیداکرده بود (← فصل ۱۳)!



1- Titanosauria 2- Brachiosauridae 3- Diplodocoidea 4- *Rapetosaurus* 5- *Nemegtosaurus* 6- *Andesaurus* 7- *Phuwiangosaurus* 8- Lognkosauria 9- Aeolosauridae 10- Argyrosauridae 11- Antarctosauridae 12- Saltasauridae 13- Nemegtosauridae 14- *Magyarosaurus* 15- *Agustinia* 16- *Saltasaurus*

راپه‌توسورس

این نمگتوسورید ۱۵ متری حدود ۷۰ تا ۶۵ میلیون سال پیش در ماداگاسکار زندگی می‌کرد. البته نمونه‌ای که از راپه‌توسورِس به‌دست آمده است، خیلی جوان بوده و شاید در سن بلوغ بازهم بزرگ‌تر می‌شده است. تصاویر بونیتاسورا و سالتاسورس نیز در همین مقیاس کشیده شده‌اند. بونیتاسورا هم از نمونه‌ای نابالغ شناسایی‌شده است. هر سهٔ این دایناسورها جزء کوچک‌ترین تایتانوسورها بوده‌اند.



دایناسور سرکنده

سالتاسوریدها یکی از تبارهای کوچک تایتانوسورها هستند اما با وجود دست‌های کوتاه و جثه‌های نسبتاً کوچک، بسیاری از دیگر خصوصیات تایتانوسورها در آن‌ها نیز دیده می‌شود. سالتاسورِس[16] ۷/۵ تا ۱۲ متر طول داشت و وزنش تنها ۱/۸ تن بود. با کشف سالتاسورِس معلوم شد که برخی سوروپودها نیز روی پوشش زرهی روی بدن خود داشته‌اند. به لگن عریض، مهره‌های خاجی که به‌لگن جوش‌خورده‌اند، استخوان‌های درشت و ضخیم ساعد، حذف بندهای انگشتان دست و استخوان جناغ ستبر در این دایناسور دقت کنید. متأسفانه شکارچیان سر این دایناسور را هم مثل خیلی سوروپودهای دیگر زودتر نوش‌جان کرده‌اند!

دایناسورها در زمین چمن!

تا همین چند سال پیش دانشمندان تصور می‌کردند که گیاه چمن و دیگر گیاهان خانوادهٔ گندم[1] (مثل خیزران، مَرغ، برنج و ذرت...) همگی در دوران سنوزوئیک، یعنی میلیون‌ها سال پس از انقراض دایناسورها، تکامل‌یافته‌اند و هیچ‌دایناسوری به‌عمر خود چمن ندیده است (← فصـ. ۳). در تصاویر این کتاب هم هیچ‌جا دایناسورها روی چمن دیده‌نمی‌شوند؛ البته جز همینجا: ایسی‌سورِس[2] یک آنتارکتوسورید هندی بود که در حدود ۷۰ـ۶۵ میلیون سال پیش در هند می‌زیست. این دایناسور ۱۸ متر طول داشت و وزنش به ۱۵ تن می‌رسید. چند سال پیش، چند دانشمند دیرینه‌شـناس از جمله دکتر حبیب علی‌محمدیان (سازمان زمین‌شناسی کشور) مشغول بررسی سنگوارهٔ مدفوع تایتانوسورهای هند بودند که متوجه بقایای گیاهان خانوادهٔ گندم در این سـنگواره‌ها شدند. این کشـف بسیار مهم اولاً نشان داد که گیاهان خانوادهٔ گندم در آن زمان وجود داشته‌اند و به‌علاوه، دست‌کم در سرزمین هند (که در آن زمان قاره‌ای سـرگردان میان اقیانوس بوده است) تایتانوسورها از این گیاهان تغذیه می‌کرده‌اند. شـاید از همه جالب‌تر این نکته باشـد که شباهت دندان‌های میخ‌مانند تایتانوسورها به دیپلودوکوئیدها به‌خاطر تغذیهٔ هر دو گروه از گیاهان علفی نزدیک سطح زمین بوده است!

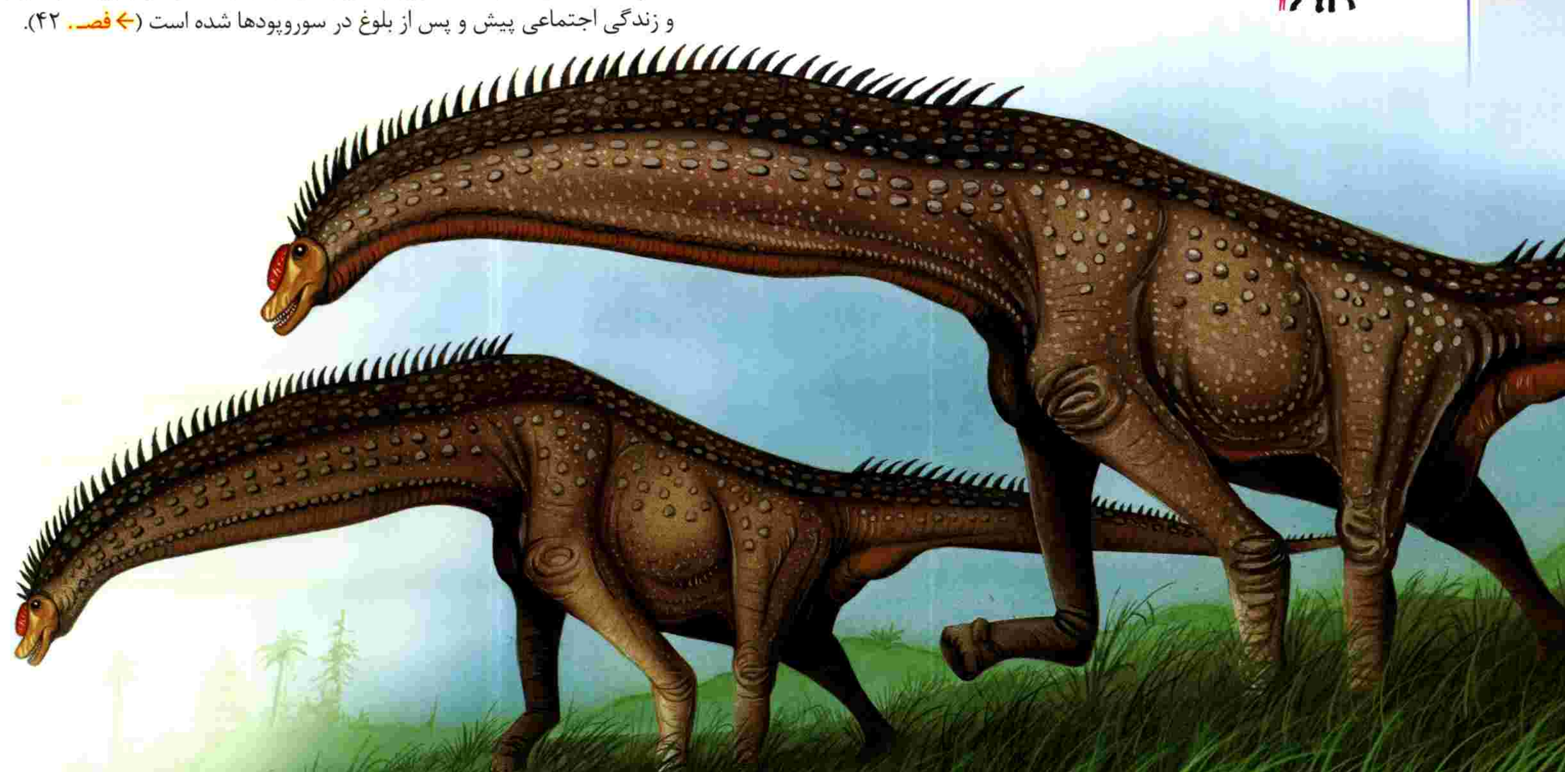
پراکنش
تایتانوسورها

1- Poaceae 2- *Isisaurus*



تخم‌گذاری و دورهٔ رشد در تایتانوسورها

در سـال ۱۹۹۸، نخسـتین رویان‌های قابل شناسایی از سـوروپودها در آرژانتین کشف‌شـدند. در ناحیه‌ای بزرگ‌تـر از یک کیلومتر مربع هزاران تخم سـوروپود، که دسته‌دسـته زیرخاک پنهان شده بودند، به سـنگواره تبدیل شده‌اند و پس از حدود ۷۵ میلیون سال بقایای آن‌ها در میان سنگ‌های سخت به‌دست ما رسیده اسـت. تا همیـن امروز هم تحقیق در مـورد این نمونه‌ها و نمونه‌های مشـابه در مناطق دور و نزدیـک آرژانتین ادامه دارد. مطالعهٔ جمجمهٔ جوجه‌سـوروپودهای درون تخم‌ها به‌روشـنی مشـخص‌می‌کند که آن‌ها نوعی تایتانوسـور بوده‌اند. در برخی از تخم‌ها حتی آثاری از پوسـت این جوجه‌ها نیز پیدا شـده اسـت. به‌نظر می‌رسـد که تایتانوسورها در فصل مشخصی از سال به‌صورت دسته‌جمعی به این منطقه‌می‌آمده‌اند و خاک را با پاهایشـان می‌کنده‌اند و درون آن تخم‌می‌گذاشتند. ایـن منطقه در آن زمان دارای چشـمه‌های آب گرم زیادی بوده و گرمایی دائمی از اعماق پوستهٔ زمین تخم‌ها را گرم می‌کرده است. حتی کوچک‌ترین سوروپودها نیز چندصدبرابر جوجه‌های تازه از تخم‌درآمدهٔ خود بوده‌اند و نمی‌توانسته‌اند روی تخم‌هایشان بخوابند یا جوجه‌هایشان را بزرگ‌کنند. این حیوانات کوچک که حتی از گربهٔ خانگی هم کوچک‌تر بوده‌اند، در مدتی حدود ۱۵ تا ۲۰ سـال (با سـرعت رشـدی حتی بیشتر از پستانداران) به اندازه‌های بسیار بزرگی می‌رسیده و به گلهٔ حیوانات بالغ می‌پیوسته‌اند اما پیش از آن، در گله‌های بسیار بزرگ به عمق جنگل می‌رفته و در آنجا مخفی‌می‌شـده‌اند؛ جایی که شکارچیان بزرگ نمی‌توانستند به میان درختان آن بروند. دلیل اینکه تخم بزرگ‌ترین سـوروپودها نیز هرگز از توپ فوتبال بزرگ‌تر نمی‌شده، نسبت سطح به حجم تخم‌هاست. تخم یک یاختهٔ زنده اسـت که به‌مرور تقسـیم می‌شـود و بدون دریافت مواد غذایی و آب به نوزادی کامل تبدیل‌می‌گردد اما گازهای تنفسی همواره باید در سطح پوست تخم جذب و دفع‌شـوند. میزان تولید و جذب گازهای تنفسی با حجم تودهٔ زندهٔ تخم نسبت مستقیم دارد و حجم تودهٔ زنده، متناسب با توان سوم قطر تخم است. زمانی‌که قطر تخم دوبرابر شود، حجم مادهٔ زنده به ۸ برابر می‌رسد اما سطح پوستهٔ تخم، متناسب با توان دوم قطر تخم است؛ یعنی، با دوبرابر شدن قطر تخم، سطح تنها چهاربرابر می‌شود. بنابراین، تخمی با قطر ۳۰ سانتی‌متر، دوبرابر سخت‌تر از تخمی به قطر ۱۵ سانتی‌متر و ۳ برابر دشوارتر از تخمی به قطر ۱۰ سانتی‌متر می‌تواند «نفس‌بکشد» و هیچ دایناسـوری تخمی از این بزرگ‌تر نمی‌توانسـته است داشته باشد. همین محدودیت اندازهٔ تخم، باعث بروز چنین رفتارهای پیچیده‌ای در زمان تخم‌گذاری و زندگی اجتماعی پیش و پس از بلوغ در سوروپودها شده است (← فصـ. ۴۲).



کندن زمین با پا

گذاشتن تخم

تخم‌ها روی هم انباشته‌می‌شوند.

شکل حفرهٔ ایجادشده

انباشت تخم‌ها از ۲ مقطع

جمجمهٔ یکی از جنین‌ها

تورفتگی لبهٔ آرواره

جنین یک تایتانوسور درون تخم

نمایی از لانه‌ها در ۷۵ میلیون‌سال پیش

میعادگاه آتش‌فشانی

گله‌های کوچک و بزرگ سالتاسورِس برای تخم‌گذاری به محل هرساله می‌روند. برخی سوروپودهای جوان که تازه به گلهٔ بالغ‌ها پیوسته‌اند، همراه سالتاسورس‌های بالغ دیده می‌شوند. پوست پشت این دایناسورها دارای استخوان‌های دندانه‌دندانهٔ دفاعی است.





وقتی می‌گوییم غول!

فوتالاینکوسورِس[1] بهترین نمونه‌ای است که ما از تبار لاینکوسورها می‌شناسیم. این دایناسور ۳۰ متری با بیش از ۵۰ تن وزن یکی از بزرگ‌ترین دایناسورهایی است که تاکنون سنگوارهٔ نسبتاً کاملی از آن پیدا شده است. این دایناسور حدود ۹۰ میلیون سال پیش در جنگل‌زارهای چهارفصل آمریکای جنوبی می‌زیست. برای مقایسهٔ اندازهٔ این حیوان، به مقیاس انسانی و عکس زیر دقت کنید که تصویری از لگن و مهره‌های خاجی این دایناسور در کنار یک پژوهشگر کنجکاو است.

برخی از غول‌پیکرترین مهره‌داران خشکی‌زی در مقایسه با انسان

ردیف بالا از راست به چپ: سنگ‌پشت بزرگ[2]؛ اژدهای کومودو[3]؛ اژدهای مگالانیا (منقرض‌شده)[4]؛ تایتانوبوآ (منقرض‌شده)[5]؛ انسان؛ فیل آفریقایی؛ کرگدن گردن‌دراز غول‌پیکر (منقرض‌شده)[6]؛ شترمرغ؛ مرغ وحشت (منقرض‌شده: ← فصـ. ۴۸). ردیف میانی از راست به چپ: شانتونگوسورِس[7] (← فصـ. ۱۷)؛ ترای‌سراتوپس[8] (← فصـ. ۲۱)؛ تیرانوسورِس[9] (← فصـ. ۳۷)؛ اسپاینوسورِس[10] (← فصـ. ۳۴)؛ ردیف پایین از راست به چپ: براکیوسورِس[11] (← فصـ. ۲۷) و آرجنتینوسورِس[12] (همین فصل، یکی از غول‌پیکرترین تایتانوسورها).



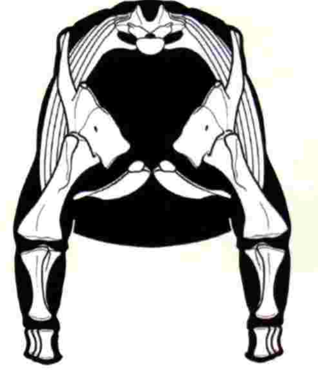
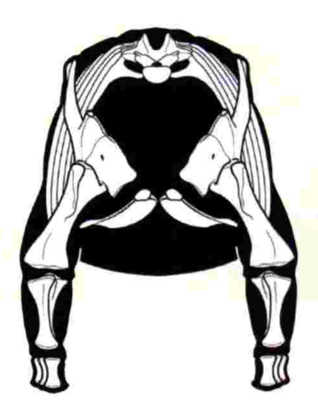
چرا دایناسورها غول‌پیکر شدند؟

بزرگ‌شدن اندازهٔ بدن برای هر موجود غول‌پیکر مزایا و هزینه‌هایی دارد. برخی از مهم‌ترین معایب غول‌پیکرشـدن عبارت‌اند از ۱ـ کندشدن حرکت و آسیب‌پذیری در برابر شکارچیان غول‌پیکر؛ ۲ـ افزایش طول دورهٔ رشد و رسیدن به بلوغ؛ ۳ـ نیاز به غذا و منابع بیشتر؛ ۴ـ مشکل در تخلیهٔ گرمای اضافی بدن و ۵ـ افزایش خطر انقراض و کاهش میزان تکامل به سه دلیل الف: طولانی‌شدن فاصلهٔ میان نسل‌ها و کاهش میزان تغییرات تکاملی؛ ب: تنوع کمتر در افراد گونه؛ و پ: کم‌شدن تعداد زاده‌هـا. در برابر این معایـب، مزایایی نیز برای غول‌پیکرها وجـود دارد؛ از جمله: ۱ـ افزایش توانایی دفاع در برابر شـکارچیان کوچک؛ ۲ـ افزایش توانایی شکار در مورد گوشت‌خوارها؛ ۳ـ افزایش دامنهٔ غذایی؛ ۴ـ افزایش موفقیت تولیدمثلی؛ ۵ـ برنده‌شدن در رقابت میان‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای؛ ۶ـ افزایش طول عمر؛ ۷ـ افزایش هـوش؛ ۸ـ بهره‌وری در انرژی؛ ۹ـ بقا در زمان قحطی و خشک‌سـالی، و مقاومت نسبت به آب‌وهوای خشن.

دایناسـورهای غول‌پیکر نسبت به پستانداران سرعت رشد بیشتری داشتند؛ مثلاً بلوغ یک سـوروپود ۲۰ تنی همان‌قدر طول‌می‌کشـید که بلوغ یک فیل امروزی طول‌می‌کشـد. از طرف دیگر، آن‌ها به‌دلیل داشـتن کیسـه‌های هوایی متصل به شـش، جرم حجمی کمتری داشـتند (← فصـ. ۲۲)، گرمای اضافی بدن را بهتر تخلیه می‌کردند و گردن‌های بلندشـان کمک می‌کرد بدون راه‌رفتن زیاد، از دایرهٔ بزرگ‌تری گیاه بچینند. سرهای کوچک و بینی‌های بزرگ و عقب‌رفته نیز به آن‌ها کمـک می‌کرد بی‌وقفه غذا بخورند و حتی برای نفس‌کشـیدن هم بلعیدن غذا را متوقف نکنند. درحقیقت، سـوروپودها بدون گردن‌های دراز و کیسـه‌های هوایی هرگز آن اندازه غول‌پیکرنمی‌شـدند. به‌هرحال، مهم‌ترین دلیل تمایل گیاه‌خواران به بزرگ‌شـدن، بهره‌وری از انرژی به‌دسـت آمده از منابع کم‌انرژی گیاهی است و سوروپودها از این نظر موفق‌ترین گیاه‌خواران محسوب می‌شوند (← فصـ. ۴۰).

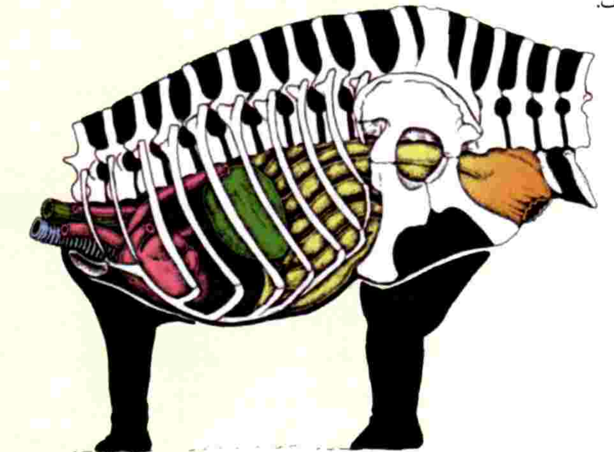
وضع قرارگیری پاها در تایتانوسورها

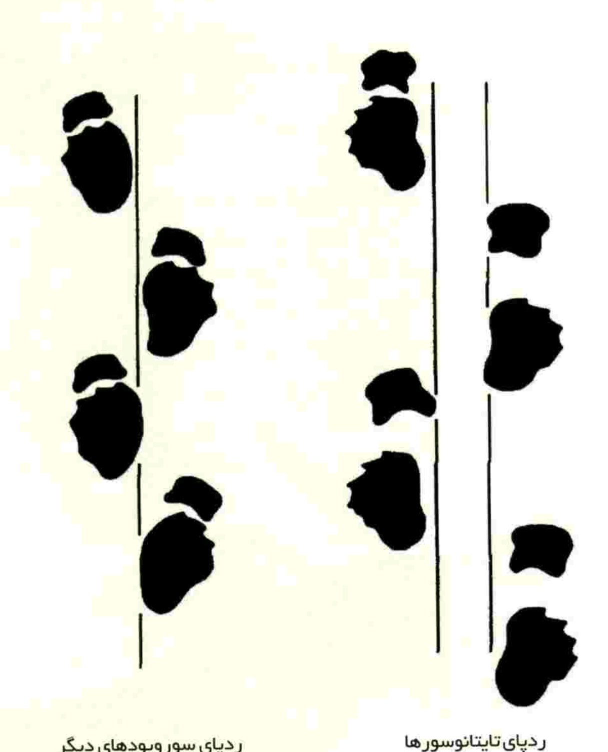
برخی از ردپاهای مختلف سـوروپودها که از ژوراسـیک میانی تا کرتاسـهٔ بالایی دیده می‌شوند، نشـان‌می‌دهند که صاحبان آن‌ها پاها و به‌خصوص دست‌هایشان را گشادتر از دیگر سوروپودها قرارمی‌داده‌اند. بررسی استخوان‌های آن‌ها نیز نشان می‌دهد که پاها و دسـت‌های تایتانوسورها به‌همین‌صورت گشاد قرارمی‌گرفته‌اند. ستبرشـدن جناغ، ضخیم‌شـدن زندهای زیرین و زبرین و بیضوی‌شـدن مقطع استخوان ران با تکامل همین ویژگی مرتبط‌اند. در تصویر زیر وضع قرارگیری پاها (سـمت راست) و دست‌ها (سمت چپ) از نمای جلویی در یک آنتارکتوسورید به نام اوپیستوسیلی‌کادیا[13] دیده می‌شود. مهم‌ترین دلیل پیدایش این ویژگی عجیب، تطابق بیشتر با وزن زیاد، افزایش مقاومت استخوان‌ها و بالا بردن تعادل بدن بوده است.

روده‌های بزرگ سوروپودها

سوروپودها سرهای کوچکی داشتند و غذا را بدون جویدن به‌سرعت می‌بلعیدند. آن‌ها الیاف گیاهی را بدون خردکردن به روده‌ها و کیسه‌های جانبی بزرگ روده‌ها می‌فرستادند تا طی مدت زمانی طولانی هضم و تخمیر شوند. بنابراین، بلندشدن طول لولهٔ گوارش، بزرگ‌شدن شکم و بزرگ شدن جثه به نفع سوروپودها بوده است.





ردپای تایتانوسورها در مقایسه با سوروپودهای دیگر

تایتانوسورها نسبت به سوروپودهای دیگر پاهای خود را به‌صورت عریض‌تری روی زمین می‌گذاشتند؛ بنابراین، فاصلهٔ اثر پاها و دست‌های چپ و راست آن‌ها از خط فرضی محور ردپا بیشتر می‌شد.

1- *Futalognkosaurus* 2- *Geochelone gigantea* 3- *Varanus komodoensis* 4- *Varanus prisca* 5- *Titanoboa cerrejonensis* 6- *Paraceratherium transourali-cum* 7- *Shantungosaurus* 8- *Triceratops* 9- *Tyrannosaurus* 10- *Spinosaurus* 11- *Brachiosaurus* 12- *Argentinosaurus* 13- *Opisthocoelicaudia*

تروپودها
قلمرو شکارچیان خون‌ریز و علفخواران رام

تروپودها[1] تنها گروه دایناسورها هستند که توانسته‌اند تا امروز زنده بمانند البته آن‌ها متنوع‌ترین گروه از دایناسورها نیز هستند. درست مانند اورنی تیسکین‌ها و سوروپودومورف‌ها، تروپودها نیز به سمت گیاه‌خواری متمایل شدند و چندین گروه کاملاً گیاه‌خوار از میان آن‌ها تکامل یافت اما نیای تروپودها نسبت به دیگر شکارچیان دوران خود برتری‌هایی داشته‌اند و همین ویژگی باعث آن شد که نسل‌های بعدی تروپودها نیز به برترین شکارچیان روی زمین تبدیل شوند. تروپودها دایناسورهایی شکارچی بودند که طی تکامل به چندین گروه از قاتل‌های خون‌ریز حرفه‌ای و چندین گروه از دایناسورهای رام گیاه‌خوار و شکم‌گنده تبدیل شدند. در گذشته تروپودها را به‌سادگی به دو گروه تروپودهای غول‌پیکر (کارنوسورها[2]) و تروپودهای کوچک (سیلوروسورها[3]) تقسیم می‌کردند اما امروز می‌دانیم که جز این دو گروه چندین تبار دیگر نیز از تروپودهای کوچک و بزرگ وجود داشته‌اند و در حقیقت، تکامل تروپودهای کوچک و بزرگ بارها و بارها تکرارشده است. حتی برخی از بزرگ‌ترین و معروف‌ترین تروپودهای غول‌پیکر در حقیقت از تبار سیلوروسورها تکامل‌یافته‌اند (← فصـ. ۳۷) اما شاید مهم‌ترین زیرگروه تروپودها برای دنیای امروز ما، گروهی از سیلوروسورهای کوچک باشند که در حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش از تبار گروهی از شکارچیان حرفه‌ای تکامل‌یافته و تا همین امروز توانسته‌اند نمایندهٔ زندهٔ دایناسورها باقی بمانند.

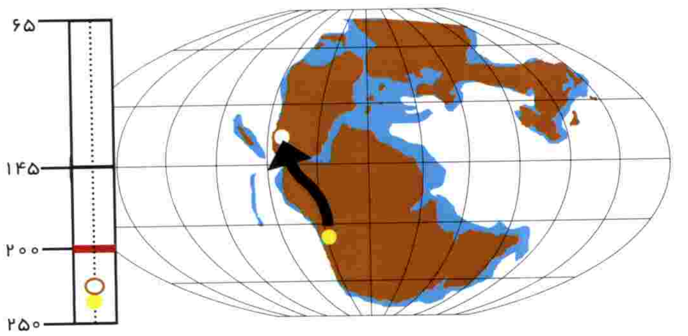
پیدایش تروپودها و برتری‌های ساختاری آن‌ها

نخستین آرکوسورها (← فصـ. ۸)، نخستین دایناسورومورف‌ها (← فصـ. ۱۰) و نخستین سوریسکین‌ها (← فصـ. ۲۲) نیز شکارچی بودند اما در حدود ۲۳۰ میلیون سال پیش، گروه جدیدی از تبار آرکوسورهای دایناسورمورفِ سوریسکین روی زمین پیدا شدند که به‌خاطر برتری‌های ساختار بدنشان توانستند بر تنوع بقیهٔ آرکوسورهای شکارچی و حتی آرکوسورهای غیرشکارچی پیروزشوند. تروپودها متنوع‌ترین و موفق‌ترین زیرگروه آرکوسورها هستند. آن‌ها تنها دایناسورهایی هستند که از انقراض مهیب ۶۵ میلیون سال پیش جان به‌دربرده‌اند و تبار پیروزمند آن‌ها امروزه نیمی از گونه‌های مهره‌داران خشکی‌زی، یعنی پرندگان، را تشکیل می‌دهد. ابتدایی‌ترین تروپودها، به‌عنوان تباری از سوریسکین‌ها، کیسه‌های هوایی متصل به شش داشتند اما برخلاف سوروپودومورف‌ها، این کیسه‌های هوایی به درون استخوان‌های دراز (مثل بازوها) نیز رفته بودند. بنابراین، جرم حجمی بدن آن‌ها باز هم کمتر می‌شد، برای دویدن به انرژی کمتری نیاز داشتند، و گرمای شدید حاصل از دویدن را بهتر تخلیه می‌کردند. تروپودها دست‌های بزرگی نیز داشتند که به سه انگشت بزرگ ناخن‌دار منتهی می‌شد. انگشت پنجم دست آن‌ها تحلیل‌رفته بود و در اغلب تروپودها هیچ اثری از آن دیده‌نمی‌شد. دندان‌های آن‌ها لبه‌های تیز و برنده‌ای داشت و روی این لبه‌های تیز، دندانه‌هایی کوچک و اره‌مانند وجود داشت که به بریدن گوشت و استخوان شکار کمک می‌کرد اما مهم‌ترین ویژگی آن‌ها، شاید وجود مفصلی در میانهٔ استخوان‌های آرواره باشد. مفصل میان‌آرواره‌ای آن‌ها باعث افزایش حجم غذای بلعیده‌شده و نیز کاهش ضربهٔ ناشی از دریدن بدن شکار می‌شده است. این مفصل روی سوراخ آرواره‌ای و میانِ استخوانِ دندانی در جلو و استخوان‌های قسمت عقب آرواره پیدا شده بود.

نخستین تروپودها حیواناتی کوچک و سریع مانند ائودرومیوس[4] بودند که در آمریکای جنوبی می‌زیستند. تا اوایل سال ۲۰۱۱، ائوراپتور[5] (← فصـ. ۱۰ و ۲۳) ابتدایی‌ترین تروپود شناخته می‌شد اما بررسی‌های دقیق‌تر نشان داد این حیوان بیشتر به سوروپودومورف‌ها (← فصـ. ۲۳-۲۸) شباهت داشته و نخستین نمایندهٔ از آن تبار بوده است. ائودرومیوس یک تروپود واقعی بود و نسل‌های بعدی تروپودها همه از دایناسوری مانند ائودرومیوس تکامل یافتند. یکی از تروپودهای ابتدایی دیگر تاوا[6] نام دارد که در حدود ۲۱۵_۲۱۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. وجود نخستین تروپود در آمریکای جنوبی و بسیاری از تروپودهای بعدی در آمریکای شمالی نشان می‌دهد که چگونه دایناسورها در آمریکای جنوبی ظهور یافتند و به‌سرعت به همه‌طرف پراکنده شدند (← فصـ. ۱۰). تاوا، تروپود ابتدایی ساکن آمریکای شمالی، حدود دو متر طول داشت و شباهت‌های بیشتری با تروپودهای بعدی پیدا کرده بود. به تبار بزرگی که پس از این دو تروپود قدیمی پیدا شد، نیوتروپودها[7] می‌گوییم. در فصل‌های آینده با تنوع و تکامل نیوتروپودها آشنا می‌شویم.

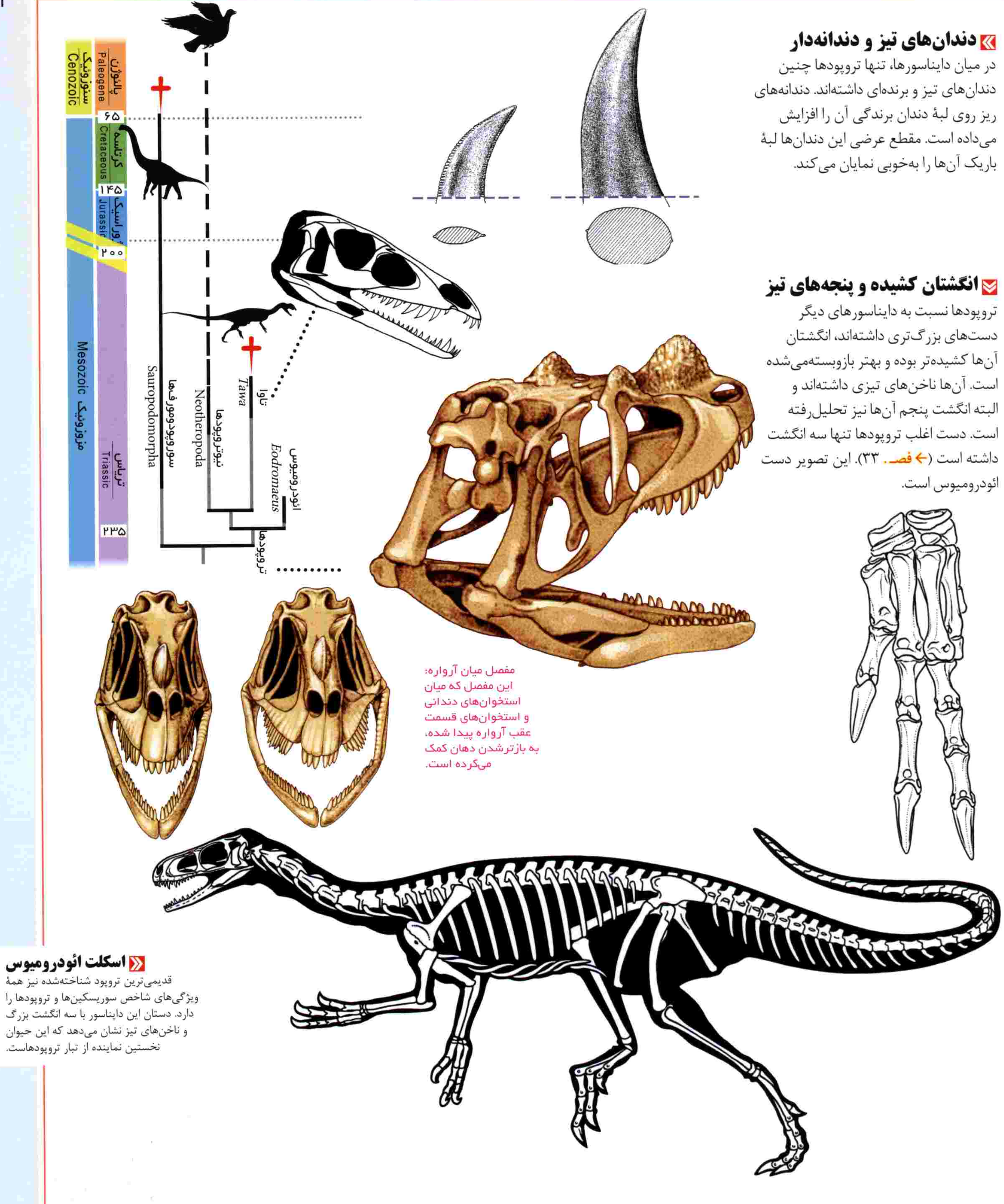
دوندهٔ سپیده‌دمان

ائودرومیوس قدیمی‌ترین دایناسور شناخته شده و البته آخرین تروپود کشف شده است. دانشمندان خبر کشف این دایناسور ۲۳۰ میلیون ساله را در اوایل سال ۲۰۱۱ منتشر کردند. ائودرومیوس تنها یک متر طول داشت و وزنش به اندازهٔ یک مرغ خانگی بود اما اگر امروز زندگی می‌کرد، سگ‌ها از ترس چنگ و دندانش فرار می‌کردند!



پراکنش نخستین تروپودها

1- Theropoda 2- Carnosauria 3- Coelurosauria 4- *Eodromaeus* 5- *Eoraptor* 6- *Tawa* 7- Neotheropoda



دندان‌های تیز و دندانه‌دار

در میان دایناسورها، تنها تروپودها چنین دندان‌های تیز و برنده‌ای داشته‌اند. دندانه‌های ریز روی لبهٔ دندان برندگی آن را افزایش می‌داده است. مقطع عرضی این دندان‌ها لبهٔ باریک آن‌ها را به‌خوبی نمایان می‌کند.

انگشتان کشیده و پنجه‌های تیز

تروپودها نسبت به دایناسورهای دیگر دست‌های بزرگ‌تری داشته‌اند، انگشتان آن‌ها کشیده‌تر بوده و بهتر بازوبسته‌می‌شده است. آن‌ها ناخن‌های تیزی داشته‌اند و البته انگشت پنجم آن‌ها نیز تحلیل‌رفته است. دست اغلب تروپودها تنها سه انگشت داشته است (← فصـ. ۳۳). این تصویر دست ائودرومیوس است.

مفصل میان آرواره: این مفصل که میان استخوان‌های دندانی و استخوان‌های قسمت عقب آرواره پیدا شده، به بازترشدن دهان کمک می‌کرده است.

اسکلت ائودرومیوس

قدیمی‌ترین تروپود شناخته‌شده نیز همهٔ ویژگی‌های شاخص سوریسکین‌ها و تروپودها را دارد. دستان این دایناسور با سه انگشت بزرگ و ناخن‌های تیز نشان می‌دهد که این حیوان نخستین نماینده از تبار تروپودهاست.

نیوتروپودها
شغال‌های تریاس تا عقاب‌های امروز

سیلوفایزیدها[1] ابتدایی‌ترین تبار از نیوتروپودها[2] هستند. به این خانواده و همهٔ تروپودهای بعدی (تا پرندگان امروزی) نیوتروپود می‌گوییم. نیوتروپودهای بعدی از موجوداتی کمابیش مشابه سیلوفایزیدها تکامل یافتند؛ بنابراین، میان انواع ابتدایی گروه‌های بعدی تروپودها و این خانواده شباهت‌های ظاهری زیادی می‌توان دید. شواهد بسیار خوبی از زندگی گله‌ای در سیلوفایزیدهای یکی-دو متری در دست است. درگذشته‌ای نه‌چندان دور، تصورمی‌شد که آن‌ها حتی هم‌نوع‌خوار هم بوده‌اند و بچه‌های بی‌سرپرست در گله‌های خود را می‌خورده‌اند. البته این رفتار در برخی خویشاوندان امروزی آن‌ها مثل مرغ‌های دریایی دیده می‌شود اما هیچ شاهدی برای چنین رفتاری در سیلوفایزیدها وجود ندارد. نمونه‌هایی هم که تصور می‌شده از جوجه‌های خورده‌شده در شکم چند سیلوفایزیس بالغ به‌جامانده باشد، درحقیقت بقایای بچه‌کروکودیل‌ها بوده است.

پیدایش سیلوفایزیدها و تکامل نخستین نیوتروپودها

خانوادهٔ سیلوفایزیدها مجموعه‌ای از دایناسورهای شکارچی با سرهای پرنده‌مانند و دندان‌های تیز بودند که از یک تا ۷ متر طول داشتند. آثاری از آن‌ها در اروپا، آفریقا و آمریکای شمالی کشف‌شده است. اغلب سیلوفایزیدها روی سرشان دو کاکل موازی داشتند اما این ویژگی مختص آن‌ها نبود. در تروپودهای بعدی، مثل زوپای‌سورِس[3] ۵ متری از آمریکای جنوبی و دایلوفوسوریدها[4] (← فصل ۳۱) نیز چنین کاکل‌هایی به‌وضوح دیده می‌شوند. از طرف دیگر، به‌نظرمی‌رسد که برخی از نمونه‌های هرکدام از این دایناسورها بدون‌کاکل بوده باشند؛ بنابراین، تعجبی ندارد اگر تصور کنیم که این کاکل‌ها نیز مخصوص انتخاب جفت بوده‌اند و احتمالاً نشانهٔ ویژهٔ دایناسورهای نر به‌شمارمی‌رفته‌اند (← فصل ۲۱).

یکی دیگر از ویژگی‌های مشترک سیلوفایزیدها و تروپودهای بعدی (و حتی تاوا که از آن‌ها ابتدایی‌تر بوده) شکل خاص استخوان پیش‌آروارهٔ آن‌هاست که اتصال سستی با آروارهٔ بالا دارد و دندان‌هایش نیز ضعیف‌ترند. این ویژگی حتی در تروپودهای بسیار پیشرفته‌تر نیز دیده می‌شود اما دلیل مشخصی برای آن شناسایی‌نشده است (← فصل ۳۴). درگذشته، این ویژگی را نشان‌دهندهٔ ضعف آروارهٔ این دایناسورها و دلیلی برای لاشه‌خواری آن‌ها تصور می‌کردند اما این دایناسورها در اندازه‌های مختلف تکامل‌یافته و به مهم‌ترین گوشت‌خواران زمان خود تبدیل شده بودند؛ بنابراین، نمی‌توانیم همهٔ آن‌ها را لاشه‌خوار بدانیم. ممکن است این ویژگی دلیل رفتارشناختی خاصی داشته باشد که فعلاً در میان سنگواره‌ها شاهدی مستدل برای آن کشف‌نشده است.

به سیلوفایزیدها و تروپودهای پس از آن‌ها، در مجموع، نیوتروپودها می‌گوییم. این دایناسورها ویژگی‌های مشترکی داشته‌اند که در تاوا، ائودرومیوس و دایناسورهای دیگر دیده‌نمی‌شوند. مهم‌ترین ویژگی نیوتروپودها از نظر استخوان‌شناسی متصل‌شدن دو استخوان ترقوه و تشکیل استخوانی به نام استخوان چنبری[5] بوده است که همین امروز هم آن را در پرندگان به‌خوبی می‌توان دید. این همان استخوانی است که در پرندگان به *اشتباه* «جناغ» نامیده می‌شود (درحالی‌که جناغ حقیقی پرندگان همان استخوان پرگوشت و بزرگ سینه است). تکامل استخوان چنبری به دلیل استفادهٔ این دایناسورها از دست‌هایشان در شکار جانوران رخداد. استخوان چنبری میان دو ترقوه نقش «کمک‌فنر» را بازی‌می‌کند و باعث استحکام بیشتر شانه و بازوها در حرکت‌های سریع می‌شود. افزایش طول استخوان تهی‌گاهی و سطح اتصال ماهیچه‌های پا به‌این استخوان، و زیادشدن مهره‌های خاجی که به لگن متصل می‌شوند، نشان‌دهندهٔ افزایش قدرت دویدن در این دایناسورهاست. کوچک‌شدن انگشتان نخست و پنجم پا، ویژگی دیگری نیوتروپودهاست که بر اساس دونده بودن این دایناسورها تکامل‌یافت. دویدن روی سه انگشت راحت‌تر از پنج انگشت است؛ بنابراین، انگشت نخست کوچک‌شد و از انگشت پنجم تنها قسمتی از استخوان کف‌پا باقی‌ماند. به این ترتیب، دست‌های نیوتروپودها آخرین بقایای انگشت پنجم خود را از دست‌داد و تنها چهار انگشت نخست باقی‌ماندند (← فصل ۳۳).

پس از سیلوفایزیدها، زوپای‌سورِس و دایلوفوسوریدهای کاکل‌دار، تباری بزرگ از تروپودها تکامل‌یافت. این تبار که خود به دو شاخهٔ دیگر تقسیم می‌شود و در مجموع، آوه‌روسترن‌ها[6] نام دارد، سراتوسورها[7] و تتانورین‌ها[8] را دربرمی‌گیرد. سراتوسورها (← فصل ۳۲) بیشتر در خشکی‌های جنوبی پراکنده شدند و تتانورین‌ها (← فصل ۳۳-۴۸) در خشکی‌های شمالی موفق‌تر بودند؛ گرچه هردوگروه شمالی و جنوبی نمایندگانی استثنایی در خارج از قلمرو اصلی خود نیز داشته‌اند. تبار تتانورین‌ها شامل پرندگان (← فصل ۴۷-۴۸) می‌شود و یکی از ویژگی‌های مشترک آن‌ها گسترده‌شدن قسمت پیشین استخوان تهی‌گاهی است.



سپیده‌دم دایناسورها
نخستین گله‌های دایناسورهای شکارچی در تریاس بالایی، متعلق به سیلوفایزیس‌ها بود. این دایناسورهای ۲ تا ۳ متری ۲۱۰ میلیون سال پیش در جنگل‌های مرطوب و گرم آمریکای شمالی به دنبال همه‌جور شکاری بودند؛ از کروکودیل‌های کوچک گرفته تا سوروپودومورف‌های بزرگ، پستانداران نخستین، حشرات و تروسورها.

جمجمهٔ مگاپ‌نوسورِس[9]

بسیاری از سیلوفایزیدها و تروپودهای بعدی کاکل‌هایی این‌چنینی روی سرشان داشتند. به‌علاوه، پیوند استخوان پیش‌آروارهٔ آن‌ها با استخوان آرواره‌شان سست بود، به‌همین دلیل نوک آروارهٔ بالایی آن‌ها ضعیف شده بود. این دایناسور دو متری، ۱۹۰ میلیون سال پیش در آفریقا می‌زیست.

نامتقارن‌شدن دندان‌های برآمده از استخوان پیش‌آرواره در آروارهٔ بالایی، گسترش سر پیشین استخوان‌تهی‌گاهی

پیدایش استخوان چنبری، حذف کامل انگشت پنجم دست، وجود دست‌کم پنج مهرهٔ خاجی، افزایش طول استخوان تهی‌گاهی و بزرگ‌شدن ماهیچه‌های متصل به آن، کوچک‌شدن انگشتان نخست و پنجم پا

دو استخوان ترقوه در نیوتروپودها به هم متصل می‌شوند و استخوان چنبری را می‌سازند که در پرندگان امروزی نیز دیده می‌شود.

اسکلت سیلوفایزیدها

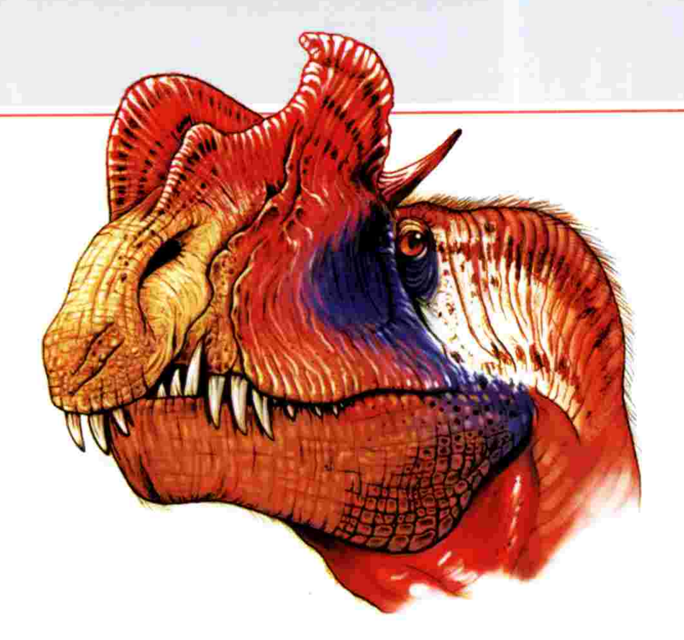
لیلیانس‌ترنوس[10] ۵/۲ متری در کنار سیلوفایزیس[11] ۲ متری؛ به استخوان تهی‌گاهی و کل ساختمان لگن، جمجمه، انگشتان دست‌ها و پای این موجودات دقت کنید.

پراکنش نخستین نیوتروپودها

1- Coelophysidae 2- Neotheropoda 3- *Zupaysaurus* 4- Dilophosauridae 5- Furcula 6- Averostra 7- Ceratosauria 8- Tetanurae 9- *Megapnosaurus* 10- *Liliensternus* 10- *Coelophysis*

دایلوفوسوریدها
خروس‌های خشمگین

دایلوفوسوریدها[1] نخستین تبار از دایناسورهای شکارچی بزرگ‌جثه بودند که در اوایل دورهٔ ژوراسیک تکامل یافتند. آن‌ها هم مثل سیلوفایزیدها (← فصل ۳۰) کاکل‌دار بودند. شواهد نشان می‌دهند که کاکل‌ها مخصوص جنس نر بوده است. اغلب دایلوفوسوریدها (به‌جز کرایولوفوسورس[2]) دو کاکل موازی داشتند که از بالای سر تا نزدیکی نوک بینی‌شان کشیده شده بود. آن‌ها احتمالاً در سراسر جهان آن زمان پراکنده بوده‌اند؛ زیرا سنگواره‌های آن‌ها از آمریکای شمالی، آسیا، آفریقا و حتی قطب جنوب کشف‌شده است. قارهٔ قطب جنوب در آن دوره نیز درون مدار قطبی زمین قرار می‌گرفت و زمستان‌های تاریک و سرد و برف‌گیری داشت. امروزه تنها جانوران خون‌گرم می‌توانند درون مدار قطبی به زندگی ادامه دهند.

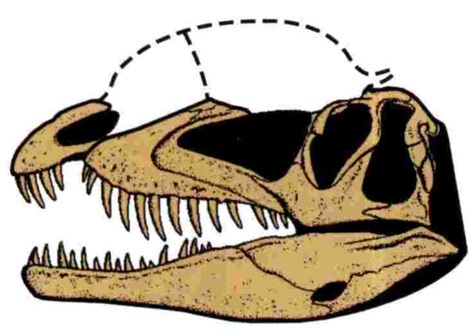


نخستین تبار از شکارچیان بزرگ

خانوادهٔ دایلوفوسوریدها نخستین تبار موفق از دایناسورهای شکارچی بودند که با جثه‌های ۵ تا ۷ متری در سراسر زمین پراکنده شدند. گسترش این تبار از شکارچیان، که در آن زمان از بزرگ‌ترین دایناسورهای گوشت‌خوار محسوب می‌شده‌اند، نشان می‌دهد که اوایل دورهٔ ژوراسیک شرایط برای زندگی چنین موجوداتی مناسب بوده است. وجود شکار زیاد (سوروپودومورف‌های ۱۰-۱۲ متری و اورنی‌تیسکین‌های یکی ـ دو متری) و نبود رقیب‌های جدی، مثل پستانداران بزرگ و کروکودیل‌های دوپا (که اغلب در پایان دورهٔ تریاس منقرض شده بودند) باعث شد تروپودها به مهم‌ترین شکارچیان زمان خود تبدیل‌شوند اما موفقیت دایلوفوسوریدها چندان دیرپا نبود. تقریباً در اواسط دورهٔ ژوراسیک، آوه‌روسترن‌ها[3] شروع به گسترش و بزرگ‌شدن کردند. سراتوسورها[4] و تتانورین‌ها[5] دو تبار بزرگ آوه‌روسترن‌ها بودند که نسبت به دایلوفوسوریدها برتری‌های زیادی پیدا کرده بودند. هر دو گروه لگن‌هایی کشیده‌تر از نیاکان خود، مهره‌های خاجی بیشتر و ماهیچه‌های بزرگ‌تری در پا داشتند که به دویدن آن‌ها کمک می‌کرد. بنابراین، با انقراض آخرین دایلوفوسورید، یعنی کرایولوفوسورِس که در سرزمین یخبستهٔ قطبی در انتهای زمین می‌زیست، تبار دایلوفوسوریدها برای همیشه منقرض شد.

خروس‌جنگی ماقبل تاریخ

کاکل‌های این دایناسورهای گوشت‌خوار همان نقشی را داشته‌اند که کاکل خروس‌های امروزی دارد: نمایش دادن قدرت و راندن خروس‌های دیگر که گاهی هم به جنگ و خون‌ریزی می‌کشیده مانند تصویر بالا ممکن بوده است که یک دایلوفوسور با صورتی زخمی و کاکل شکسته قدرتش را در گلهٔ خود از دست بدهد.



جمجمهٔ دایلوفوسورس

یکی از تصورات نادرستی که در مورد دایلوفوسورِس[6] وجود داشت، این بود که دندان‌های این دایناسور قدرت کافی برای دریدن شکارهای زنده و چموش را نداشته‌اند. البته شکل استخوان پیش‌آرواره و مفصل آن با استخوان آروارهٔ این جانور موجب بروز چنین اشتباهی می‌شد. در حقیقت، دندان‌های بلند استخوان آروارهٔ دایلوفوسورِس نشان می‌دهند که این دایناسور درندهٔ خوبی بوده است.



خانوادهٔ سحرخیز

یک دایلوفوسورس به همراه چند فرزند بازیگوشش صبح زود از لانهٔ خود بیرون می‌آید تا شکار روزانه را آغاز کند. مهم‌ترین شکارهای این خانواده، دایناسورهای سوروپودومورف ابتدایی است!





اسکلت دایلوفوسوریدها

دایلوفوسورِس کامل‌ترین نمونه از این خانواده است. به شکل استخوان‌های لگن، جمجمه و دست‌ها توجه کنید. تعداد کمی استخوان از کرایولوفوسورِس در صخره‌های منجمد قطبی به‌دست‌آمده است.

تکامل دایلوفوسوریدها

دایلوفوسوریدها نزدیک‌ترین خویشاوندان آوه‌روسترن‌ها بودند و کاکل‌هایشان نسبت به تروپودهای قبلی بزرگ‌تر شده بود. ابتدایی‌ترین نمونهٔ آن‌ها یک دایلوفوسورید ۶ متری از چین است که هنوز نام علمی ندارد! دراکووینه‌تور[7] یک نمونهٔ ۷ متری از آفریقای جنوبی بود. دایلوفوسورِس نیز ۷ متر طول داشت و در آمریکای شمالی می‌زیست. کرایولوفوسورِس با ۶ متر طول ساکن قطب جنوب بوده است. به شکل جمجمهٔ آن‌ها در مقایسه با زوپای‌سورِس توجه کنید.

کاکلی قطبی

قطب جنوب همواره یکی از زیستگاه‌های مهم دایناسورها بوده است (→ فصل. ۱۵). کرایولوفوسورِس اگر پوشش ضخیمی از پر نمی‌داشت، نمی‌توانست در زمستان‌های تاریک قطب جنوب زنده‌بماند. با توجه به شکل کاکل استخوانی این دایناسور تصورمی‌شود که آرایش پرهای او این گونه بوده باشد.

1- Dilophosauridae 2- *Crylophosaurus* 3- Averostra 4- Ceratosauria 5- Tetanurae 6- *Dilophosaurus* 7- *Dracovenator*

سراتوسورها
پادشاهان جنوب

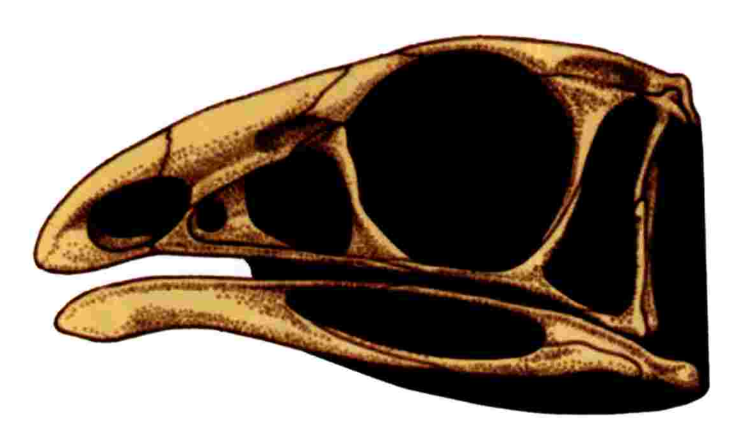
سراتوسورها[1] یکی از دو انشعاب بزرگ آوه‌روسترن‌ها بودند؛ تباری که به جز چند مورد ابتدایی، اغلب در سرزمین‌های جنوبی پراکنده شدند. سراتوسورها پادشاهان سرزمین‌های جنوبی بودند؛ زیرا گرچه از نظر تنوع شکل و توانایی در اشغال کنام‌های بوم‌شناختی به پای تتانورین‌ها[2] (← فصل ۳۳) نمی‌رسیدند، باز هم دایناسورهایی در این تبار تکامل یافتند و به شکارچیان بزرگ، شکارچیان کوچک، ماهی‌خوارهای رودخانه‌ای، لاشه‌خوارها، و حتی گیاه‌خواران کوچک و متوسط بدل‌شدند! درحقیقت، ظاهر برخی از سراتوسورها به‌قدری متفاوت است که اگر به جزئیات مشابه استخوان‌شناسی توجه‌نکنیم، پذیرفتن خویشاوندی نزدیک میان سراتوسورهای ۷ متری درنده با سرهای بزرگ و شاخ‌دار و سراتوسورهای کوچک دو متری گیاه‌خوار با سرهای کوچک و منقارهای پرنده‌مانند، خیلی سخت است.

سراتوسورها: از پایان قرن بیستم تا همین امروز

تا اواخر قرن بیستم، در مورد اغلب سراتوسورها و تکامل آن‌ها اطلاعات چندانی در دست نبود و همان‌طور که پیش‌تر اشاره‌شد (← فصل ۲۹)، بیشتر دانشمندان تروپودها را به‌سادگی به دو گروه «کوچک» و «بزرگ» تقسیم می‌کردند؛ اما با کشف نمونه‌های بیشتر و بررسی‌های دقیق‌تر استخوان‌شناسی، به‌تدریج معلوم شد که تکامل تروپودها به همین سادگی هم رخ نداده است. یکی از تبارهای بزرگ و اصلی تروپودها، که در دهۀ پایانی سدۀ گذشته دربارۀ آن سخن به میان آمد، همین سراتوسورها بودند. در آن زمان، سیلوفیزوئیدها و دایلوفوسوریدها نیز جزء سراتوسورهای ابتدایی در نظر گرفته می‌شدند اما با کشف نمونه‌های بیشتر هر روز به تعجب دانشمندان افزوده شد. تصویری که امروز از این دایناسورها داریم، با نخستین روزهای معرفی این تبار به جهان دایناسورشناسی متفاوت است. سراتوسورها در خشکی‌های جنوبی کرۀ زمین و تتانورین‌ها در خشکی‌های شمالی پراکنده شدند. هر کدام از این دو تبار در سرزمین خود به انواع رنگارنگی از جمله شکارچی‌های بزرگ و کوچک و حتی انواع گیاه‌خوار شترمرغ‌مانند، تکامل یافتند (← فصل ۸ و ۳۸). درست همان‌طور که امروزه تبار پستانداران کیسه‌دار و جفت‌دار، به‌ترتیب در استرالیا و قاره‌های دیگر زمین پراکنده شده‌اند و هر کدام به مجموعه‌ای از حیوانات گیاه‌خوار، شکارچی، حشره‌خوار، تنبل، دونده و... تکامل یافته‌اند (← فصل ۳ و ۳۴).

جمجمۀ لیموسورس

به دهان بدون دندان، چشمان بزرگ و شکل آروارۀ این حیوان دقت کنید و آن را با دیگر آرکوسورهای گوشتخواری که گیاه‌خوار شدند (← فصل ۸، ۱۰، ۳۸، ۴۰، ۴۲، ۴۷ و ۴۸) مقایسه کنید. چه ویژگی‌های در همۀ آن‌ها مشترک است؟ (← فصل ۴۰)



الافروسورها[3]

با کمال تعجب، ابتدایی‌ترین خانواده از این تبار شکارچی، گروهی از دایناسورهای گیاه‌خوارند! الافروسورها دایناسورهایی کوچک تا متوسط (۲ تا ۶ متر)، با پاهایی لاغر و کشیده، سرهایی کوچک و منقاردار و بی‌دندان و گردن‌هایی دراز بودند. اگر به‌خاطر ویژگی‌های مشترک در جزئیات استخوان‌شناسی نبود (مثلاً دست‌های کوچک و تحلیل‌رفته و ساختمان لگن)، هرگز تصور نمی‌کردیم که الافروسورها خویشاوند سراتوسورهای کله‌گنده و تیزدندان باشند (← فصل ۸ و ۳۸). الافروسورِس[4] نمونه‌ای است که سال‌ها از پیداشدنش می‌گذرد و هنوز مطالعۀ دقیقی روی آن صورت نگرفته است. این دایناسور ۶ متر طول داشت و در حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش در سواحل و آبرفت‌های آفریقا می‌زیست. البته همین اواخر، الافروسور دیگری در چین پیدا شد که لیموسورِس[5] نام گرفت. این دایناسور که ۱/۵ تا ۲ متر طول داشت، ۱۶۰ میلیون سال پیش در چین می‌زیست. سنگوارۀ به‌دست آمده از این دایناسور نشان می‌دهد که احتمالاً گله‌ای از لیموسورِس‌ها درحال گشت‌وگذار در زمین‌های مرطوب اطراف جنگل بوده‌اند که یکی از آن‌ها درون گل‌ولای به‌جا مانده در ردپای یک سوروپود غول‌پیکر (احتمالاً یک ممنچی‌سورید[6]؛ ← فصل ۲۵) گیر کرده و مرده است.



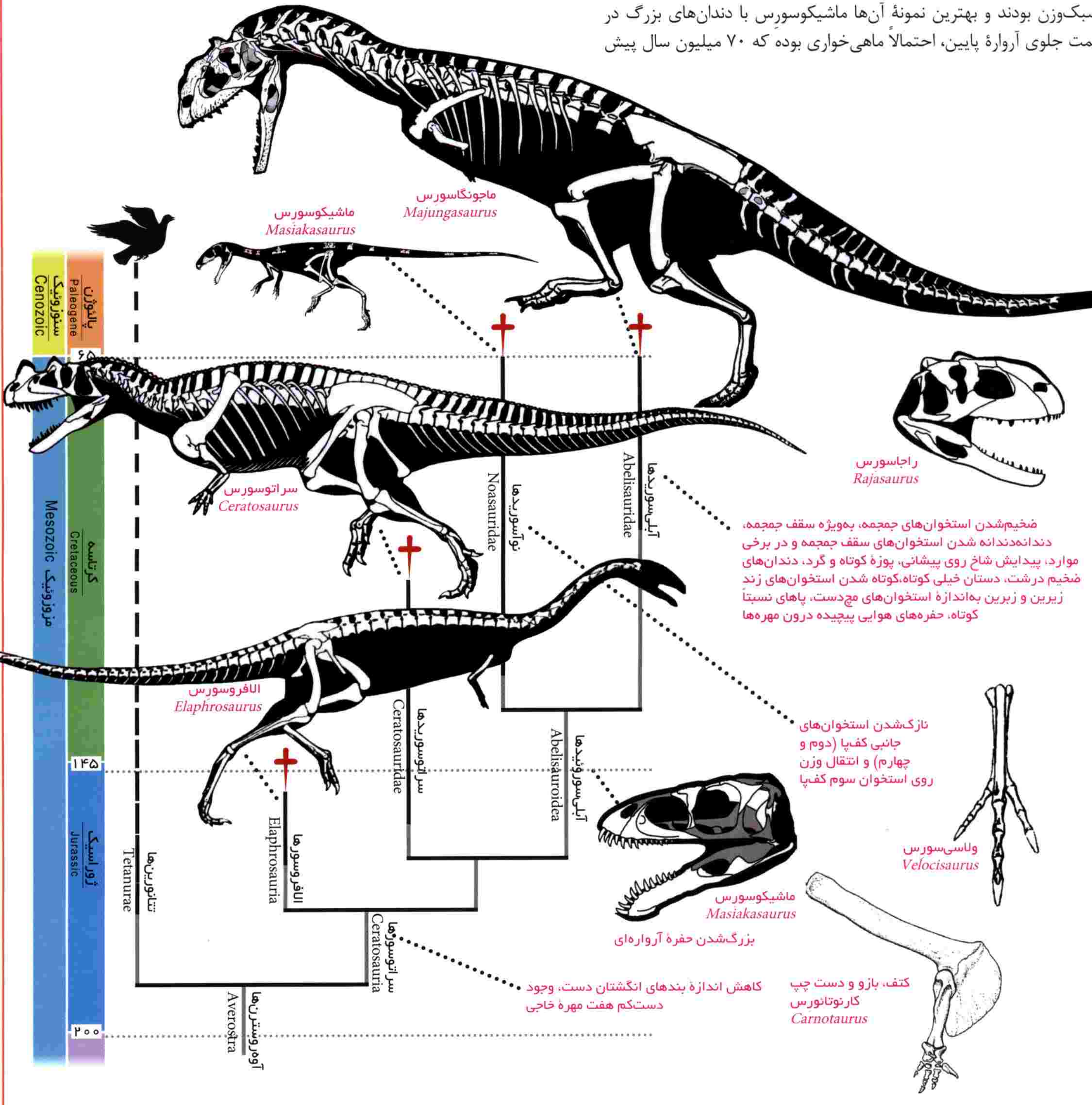
اسکلت لیموسورس و نمایی از دو لیموسورس در حال بازی

شکل دست‌ها و لگن لیموسورِس نشان می‌دهد که این دایناسور گیاه‌خوار پسرعموی سراتوسورهای دیگر بوده است. دست‌های لیموسورس بسیار تحلیل‌رفته بودند و تنها دو انگشت دوم و سوم، ناخن داشتند. پاهای کشیده و بلند لیموسورس یادآور شترمرغ‌ها و دیگر دایناسورهای دونده است (← فصل ۳۸، ۴۱، ۴۲ و ۴۴).

1- Ceratosauria 2- Tetanurae 3- Elaphrosauria 4- *Elaphrosaurus* 5- *Limusaurus* 6- Mamenchisaurid

تنوع و تکامل سراتوسورها در یک نگاه

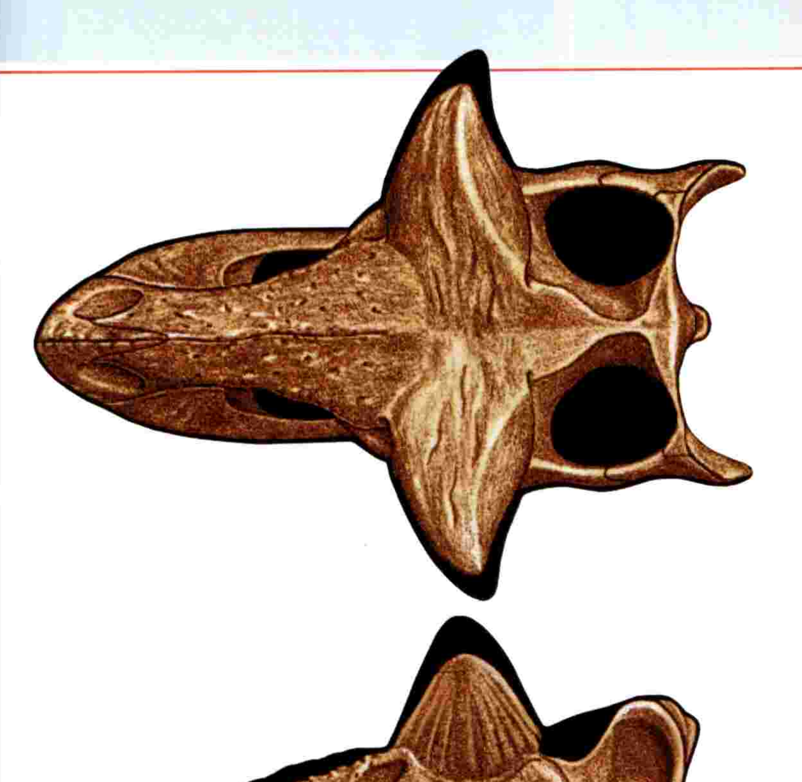
در این تصویر می‌توانید روابط خویشاوندی و مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک سراتوسورها و زیرگروه‌های این تبار را ببینید. همهٔ تصاویر اسکلتی در یک مقیاس هستند (به‌جز جمجمهٔ ماشیکوسورِس[7]، دست کارنوتائورِس[8] و پای ولاسی‌سورِس[9]). الافروسورها ابتدایی‌ترین انشعاب از سراتوسورها هستند. سراتوسوریدها[10] شکارچیان ۷ـ۶ متری و شاخ‌دار پایان ژوراسیک در آمریکای شمالی و اوایل کرتاسه در آمریکای جنوبی بودند. تبار آبلی‌سوروئیدها[11] در اوایل کرتاسه در خشکی‌های جنوبی پیدا شد. این تبار شامل دو خانواده بود: ۱ـ نوآسوریدها[12] که تروپودهایی دونده، کوچک و سبک‌وزن بودند و بهترین نمونهٔ آن‌ها ماشیکوسورِس با دندان‌های بزرگ در قسمت جلوی آروارهٔ پایین، احتمالاً ماهی‌خواری بوده که ۷۰ میلیون سال پیش در رودهای ماداگاسکار به‌دنبال غذا می‌گشته است. ۲ـ آبلی‌سوریدها[13] نیز که تنها در قاره‌های جنوبی پراکنده شدند، شکارچیان بزرگ و اصلی این سرزمین‌ها بودند. ماجونگاسورِس[14] که ۹ متر طول داشت، هم‌زمان با ماشیکوسورِس در ماداگاسکار می‌زیست. در ساختار جمجمهٔ ماجونگاسورِس و راجاسورِس[15]، استخوان‌ها ضخیم، دندانه‌دندانه و دارای زواید شاخ‌مانند بوده‌اند. دستان آبلی‌سوریدها بیش از دیگر سراتوسورها تحلیل رفته بود. این کوچک‌شدن دست‌ها در کارنوتائورِس، نسبت به آبلی‌سوریدهای دیگر نیز مشهودتر است.

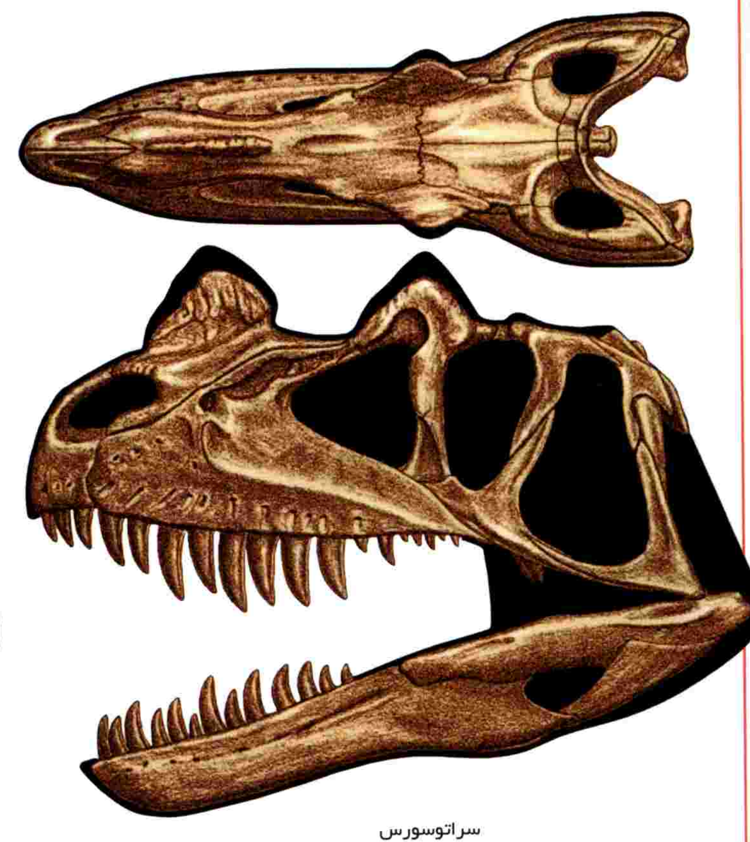


7- *Masiakasaurus* 8- *Carnotaurus* 9- *Velocisaurus* 10- Ceratosauridae 11- Abelisauroidea 12- Noasauridae 13- Abelisauridae 14- *Majungasaurus* 15- *Rajasaurus*

ساختار جمجمه در سراتوسورهای شکارچی

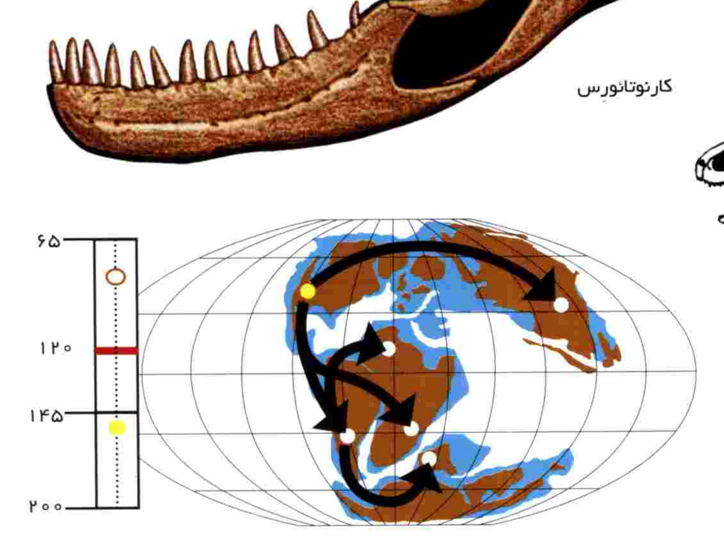
سراتوســـورِس[1] دارای شاخ بزرگی روی نوک بینی و شاخ‌های کوچک‌تری در بالای هرکدام از چشم‌ها بود. این دایناسور ۶ متری ۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شـــمالی می‌زیســـت. کارنوتائورِس و دیگر آبلی‌ســـوریدها جمجمه‌هایی محکم‌تر با استخوان‌های ضخیم و دندانه‌دندانه به‌خصوص در ناحیهٔ سقف جمجمه (بالای بینی، پیشـــانی، آهیانه) داشـــتند. کارنوتائورِس دارای شاخ‌های بزرگ شبیه شاخ گاو بود. ضخیم‌شدن جمجمه در آبلی‌سورها، به‌ویژه کارنوتائورِس، باعث پیشروی استخوان پشت‌چشمی به درون سوراخ‌چشم شده بود (← فصـ. ۳۷). کارنوتائورِس ۸ متر طول داشت و ۶۰ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیست.





سراتوسورِس

کارنوتائورِس



پراکنش سراتوسورها

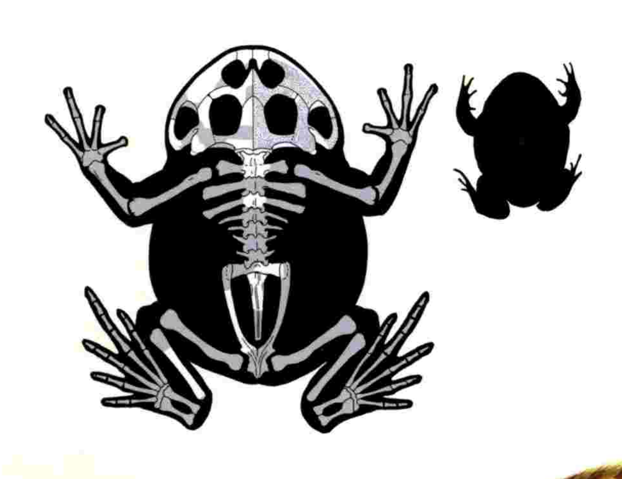
اسکلت اوکاسورس[2]

این آبلی‌سورید که ۵ متر طول و ۷۰۰ کیلوگرم وزن‌داشت، ۸۳ تا ۷۸ میلیون سال پیش در آرژانتین می‌زیست. به شکل جمجمه، لگن و دست‌های کوچک این دایناسور توجه‌کنید.

1- Ceratosaurus 2- *Aucasaurus* 3- *Beelzebufo* 4- Beelzebub

دایناسورَت را قورت بده!

گرچه دایناسـورها بزرگ‌ترین شـکارچیان زمان خود بودند امـا بچه‌های آن‌ها در خطر شکارشدن توسط حیوانات کوچک‌تر قرار داشتند. بِعلذبوفو[3] که نام خود را از بعل‌الذباب[4] (شاه مگس‌ها، نام یک شیطان در اسطوره‌های سامی) گرفته است، وزغی بود که هفتاد میلیون سـال پیش در باتلاق‌های ماداگاسکار می‌زیست و به خوردن بچه‌دایناسورهایی مثل ماجونگاسورِس و ماشیکوسورِس بیش از مگس علاقه داشت. بعلذبوفو ۴۰ سـانتی‌متر طول داشت و وزنش به چهار کیلوگرم می‌رسید؛ یعنی، از بزرگ‌ترین قورباغهٔ زندهٔ امروزی، قورباغهٔ گولیات که ۳۲ سـانتی‌متر است، بزرگ‌تر بود. خویشـاوندان نزدیک بعلذبوفو سـاکن آمریکای جنوبی هسـتند و این نشان می‌دهد که بعلذبوفو (مثل آبلی‌سوروئیدها) از آمریکای جنوبی به ماداگاسکار رسیده و در آنجا به شاه مگس‌ها و بچه‌دایناسورها تبدیل شده بود.



اسکلت بعلذبوفو

اسکلت بعل‌ذبوفو با بزرگ‌ترین خویشاوند امروزی‌اش، (یک نوع وزغ از آمریکای جنوبی) مقایسه شده است. مقیاس: ۵ سانتی‌متر

دایناسورهای همنوع‌خوار

بررسی استخوان‌های آبلی‌سوریدهایی مانند ماجونگاسورس نشان می‌دهد که آن‌ها بسیار قلمروطلب بوده‌اند و کوچک‌ترین رحمی به متجاوزان به زیستگاه خود نمی‌کرده‌اند. در دایناسورهای شکارچی معمولاً ماده‌ها از نرها بزرگ‌تر بودند و گاهی هم پیش می‌آمد که نر پس از جفت‌گیری طعمهٔ جانور ماده شود.

ماهی‌خور تیزدندان

ماشیکوسورِس، دندان‌هایی بسیار عجیب و ترسناک داشت. احتمالاً این دندان‌های غیرمعمول برای گرفتن ماهی از آب‌های گل‌آلود مردابی به کار این داینوسور می‌آمده است. ۷۰ میلیون سال پیش، یعنی در زمان زندگی ماشیکوسورِس، ماداگاسکار به هند متصل بود. بنابراین، ممکن است این داینوسور در رودهای خروشان سرزمین وسیع هند نیز به ماهی‌گرفتن پرداخته باشد.

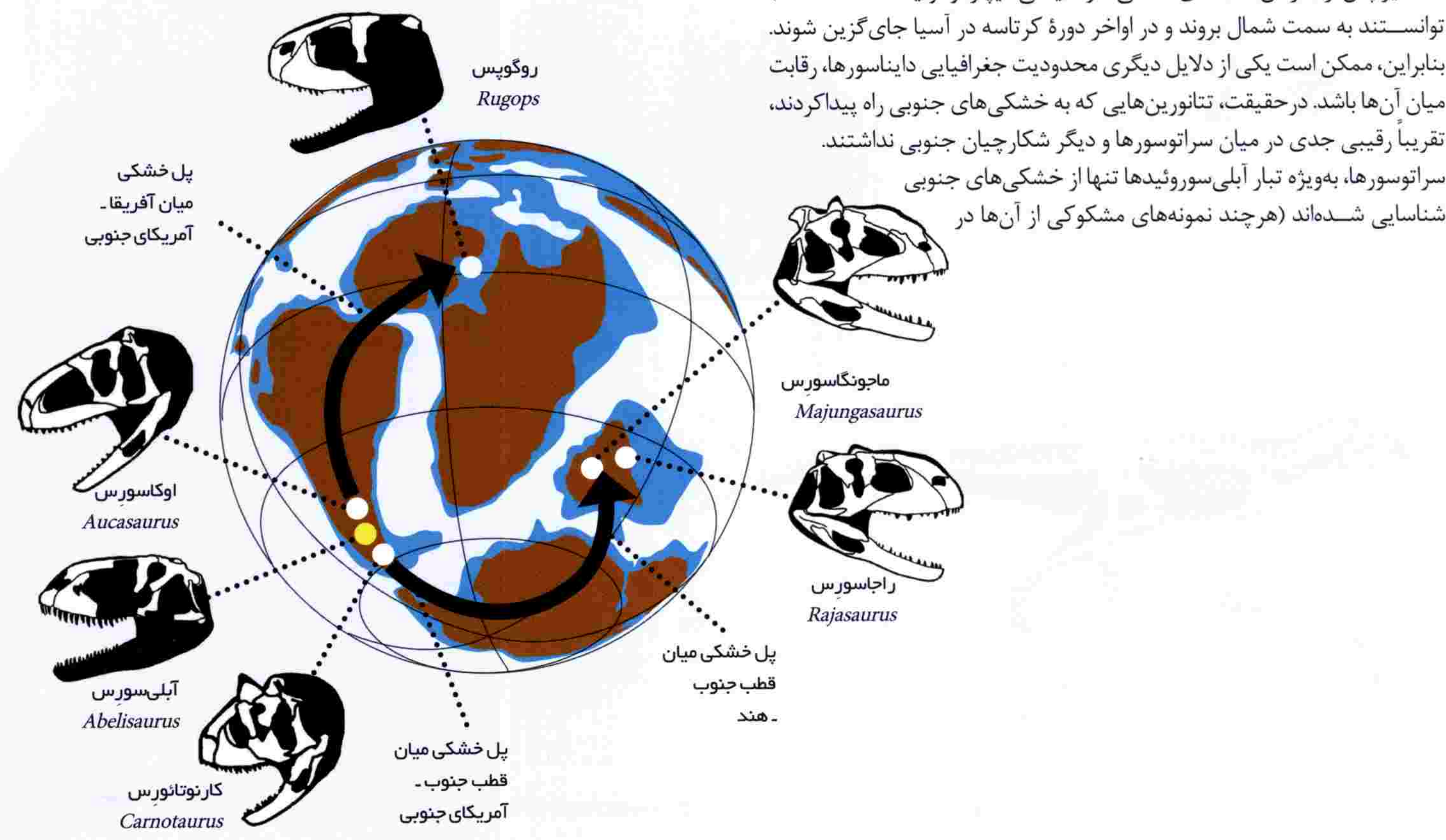


پراکنش دایناسورها

بیشتر مردم تصور می‌کنند که همهٔ دایناسورها هم‌زمان با هم و در کنار هم زندگی می‌کرده‌اند اما حقیقت این نیست. در واقع، برای اغلب دایناسورها امکان‌پذیر نبوده است که در سراسر کرهٔ زمین پراکنده‌شوند؛ به‌ویژه دایناسورهایی که در دورهٔ کرتاسه تکامل یافتند؛ زیرا در آن زمان قاره‌ها از هم جدا شده بودند و حتی دریاهایی وسیع در میانهٔ قاره‌هایی مثل آفریقا و آمریکای شمالی وجود داشتند که هرکدام از آن‌ها را به دو سرزمین متفاوت تقسیم می‌کردند. یکی از بهترین نمونه‌های پراکندگی دایناسورهای کرتاسه، تفاوت زیاد فون دایناسورهای آسیا و غرب آمریکای شمالی با فون دایناسورهای جنوبی (آفریقا، آمریکای جنوبی، قطب جنوب، استرالیا، هند و ماداگاسکار) است (← فصـ. ۳). دایناسورهای شاخ‌دار (← فصـ. ۲۰ و ۲۱)، نوک‌اردکی‌ها (← فصـ. ۱۷)، تیرانوسورها (← فصـ. ۳۷) و بسیاری از تروپودها و دایناسورهای دیگر مخصوص آسیا و غرب آمریکای شمالی بودند. یکی از موارد جالب راهیابیِ استثنایی برخی از آن‌ها به جاهایی است که انتظار یافته‌شدنشان نمی‌رود؛ مثلاً نمونه‌هایی از نوک‌اردکی‌ها را در آمریکای جنوبی پیدا کرده‌اند یا استخوان‌هایی بسیار شبیه تیرانوسورها در استرالیا کشف شده است. بنابراین، احتمال دارد که پل‌های خشکی (از نواحی‌ای مثل اروپا، ایران و پامیر) در دوره‌های محدودی به دایناسورها کمک‌کرده باشند که میان قاره‌های شمالی و جنوبی جابه‌جا شوند. یکی از موارد جالب دیگر خانواده‌هایی از تتانورین‌ها با خویشاوندی بسیار نزدیک به پرندگان هستند که مدت‌ها تصور می‌شد که فقط در خشکی‌های شمالی زندگی می‌کرده‌اند اما نمونه‌هایی متعدد و انکارنشدنی از آن‌ها در خشکی‌های جنوبی به‌دست آمده است. احتمالاً این دایناسورها، که خویشاوندان نزدیک پرندگان نیز بوده‌اند، از نیاکانی با قدرت محدود پرواز تکامل‌یافته‌اند و در پایان ژوراسیک و اوایل کرتاسه بسیار راحت‌تر از دیگر تروپودها توانسته‌اند به جنوب برسند (← فصـ. ۴۱ و ۴۵). برخی از تبارهای جنوبی (مثل تایتانوسورها: ← فصـ. ۲۸) نیز پس از انقراض همتاهای شمالی خود (یعنی دیپلودوکوئیدها: ← فصـ. ۲۶) توانستند به سمت شمال بروند و در اواخر دورهٔ کرتاسه در آسیا جای‌گزین شوند. بنابراین، ممکن است یکی از دلایل دیگری محدودیت جغرافیایی دایناسورها، رقابت میان آن‌ها باشد. درحقیقت، تتانورین‌هایی که به خشکی‌های جنوبی راه پیداکردند، تقریباً رقیبی جدی در میان سراتوسورها و دیگر شکارچیان جنوبی نداشتند. سراتوسورها، به‌ویژه تبار آبلی‌سوروئیدها تنها از خشکی‌های جنوبی شناسایی شده‌اند (هرچند نمونه‌های مشکوکی از آن‌ها در اروپا نیز کشف شده است). از میان آبلی‌سوروئیدها، خانوادهٔ آبلی‌سوریده شکارچیان موفق‌تری بوده‌اند، یا دست‌کم سنگواره‌های بیشتری از آن‌ها به‌دست آمده اما از نوآسوریدها (به‌جز ماشیکوسورِس) تاکنون نمونه‌های کاملی به‌دست نیامده است. اگر درخت تکاملی آبلی‌سوریدها را رسم کنیم و آن را با پراکنش سنگواره‌های آبلی‌سوریدهای مختلف روی نقشهٔ زمین در کرتاسهٔ بالایی تطبیق دهیم، می‌توانیم به راحتی مسیر تکامل و پراکندگی آن‌ها را که از قارهٔ آمریکای جنوبی شروع‌شده و به سرزمین‌هایی چون هند، ماداگاسکار و آفریقا ختم شده است، دنبال‌کنیم. به این ترتیب، حضور آن‌ها در اروپا نیز توجیه می‌شود. درست در زمانی که آبلی‌سوریدها در خشکی‌های جنوبی پراکنده شده بودند، تیرانوسورها نیز در آمریکای شمالی و آسیا جولان می‌دادند. بعید نیست که آبلی‌سوریدها از طریق اروپا به سمت آسیا نیز رفته باشند اما در نخستین برخورد با تیرانوسورها طعم شکست را چشیده باشند. در مقابل، تیرانوسورها نیز به سرزمین‌های جنوبی وارد نشده‌اند؛ زیرا در آنجا آبلی‌سوریدها بومی بوده و شرایط مناسب‌تری برای زندگی داشته‌اند. اگر هم تیرانوسوری توانسته باشد تا استرالیا پیش‌برود، بی‌گمان این امر نشان‌دهندهٔ برتری کلی تتانورین‌ها نسبت به سراتوسورها خواهدبود.

پراکنش و تکامل آبلی‌سوریدها

آبلی‌سوریدها از آمریکای جنوبی به سمت آفریقا و نیز هند و ماداگاسکار پراکنده شدند. در این میان آن‌ها می‌بایست از قطب جنوب نیز گذشته باشند؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت که در آینده سنگواره‌هایی از آن‌ها در قطب جنوب کشف شود. این نقشه وضع کرهٔ زمین را در ۹۷ میلیون سال پیش نشان می‌دهد. کشف روگوپس در آفریقا نشان داد که پل خشکی میان آفریقا و آمریکای جنوبی دیرتر از آنچه قبلاً تصور می‌شد، از میان رفته است.



تتانورین‌ها
دم‌درازهای سه‌انگشتی

تتانورین‌ها[1] رقیبان سراتوسورها بودند. درست مثل آن‌ها مجموعه‌ای از شکارچیان بزرگ، کوچک و حتی داپناسورهای گیاه‌خوار در میان تتانورین‌ها تکامل یافتند اما احتمالاً به خاطر برخی برتری‌های ساختاری، تتانورین‌ها تنوع بیشتری یافتند و در شرایط یکسان از رقیبان سراتوسور خود پیشی گرفتند. برای مثال، دست‌های تتانورین‌ها بزرگ‌تر بودند و آن‌ها در شکار از همین دست‌های بزرگ استفاده می‌کردند. دم تتانورین‌ها ویژگی جالبی داشته که نشان‌دهندهٔ توانایی آن‌ها در دویدن است. مهره‌های دم این تروپودها کمابیش در نیمهٔ انتهایی طوری به هم متصل بوده که دم را به ترکه‌ای محکم تبدیل می‌کرده است. مهم‌ترین مورد استفادهٔ چنین دمی، کمک به تغییر جهت در هنگام دویدن با سرعت زیاد است: تتانورین‌ها دونده‌هایی بودند که از دم خود به‌عنوان سکان بدنشان استفاده می‌کردند.

تکامل و رده‌بندی تتانورین‌ها

تتانورین‌ها به سه تبار اصلی تقسیم می‌شوند: مگالوسوروئیدها[2]، کارنوسورها[3] و سیلوروسورها[4]. کارنوسورها و سیلوروسورها شباهت بیشتری به هم داشته‌اند و در کنار هم به نام آوه‌تروپودها[5] شناخته می‌شوند. اغلب تتانورین‌ها دستان سه‌انگشتی داشته‌اند اما در برخی مگالوسوریدها اثرهایی از انگشت چهارم نیز دیده می‌شود؛ گرچه آن‌ها نیز تنها سه انگشت ناخن‌دار در دستان خود داشته‌اند. کارنوسورها (← فصل ۳۵) شکارچیان اصلی کرتاسهٔ پایینی در خشکی‌های شمالی بودند و در کرتاسهٔ بالایی نیز در خشکی‌های جنوبی کرهٔ زمین به رقابت با سراتوسورها پرداختند و به‌نظر می‌رسد که بر آن‌ها چیره شده بوده‌اند. سیلوروسورها (← فصل ۳۶) داپناسورهای کوچکی بودند که معمولاً به‌طور گروهی شکار می‌کردند؛ گرچه چندین گروه بزرگ از سیلوروسورها به داپناسورهای گیاه‌خوار تبدیل شدند. به‌علاوه، گروهی از سیلوروسورهای غول‌پیکر در کرتاسهٔ بالایی توانستند به شاه گوشت‌خواران آسیا و آمریکای شمالی تبدیل‌شوند (← فصل ۳۷). سرانجام، گروهی از سیلوروسورها نیز توانایی پریدن از میان شاخه‌های درختان را گسترش دادند و توانستند تا همین امروز زنده بمانند. مگالوسوروئیدهای ابتدایی شامل حیواناتی چون مارشوسورهای[6] ۶ـ۵ متری بودند که طی مدت کوتاهی در آمریکای شمالی و جنوبی و آسیا پراکنده شدند اما خیلی زود عرصه را به پسرعموهای بزرگ‌تر خود واگذار کردند. مونولوفوسورِس[7] مهم‌ترین شکارچی غول‌پیکر آسیا در اواخر ژوراسیک بود. در همان زمان، خانوادهٔ مگالوسوریدها[8] در اروپا، آمریکای شمالی و آفریقا گسترش یافتند. اغلب آن‌ها نیز ۷ تا ۱۰ متر طول داشتند؛ گرچه برخی مثل توروووسورِس[9] به ۱۲ متر هم رسیدند. توروووسورِس در حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. مگالوسوروئیدها اغلب دارای جمجمه‌های کشیده بودند و دست‌های پرقدرتی داشتند. به‌ویژه خانوادهٔ مگالوسوریدها (مثل توروووسورِس) و اسپاینوسوریدها[10] (← فصل ۳۴) ناخن‌های تیزی روی انگشت شست خود داشتند که نشان می‌دهد آن‌ها از دستانشان به‌خوبی برای شکار استفاده می‌کرده‌اند. سرهای کشیده و دراز مگالوسوروئیدها به‌ویژه در خانوادهٔ اسپاینوسوریدها به سری بسیار کشیده و تمساح‌مانند تکامل یافت.



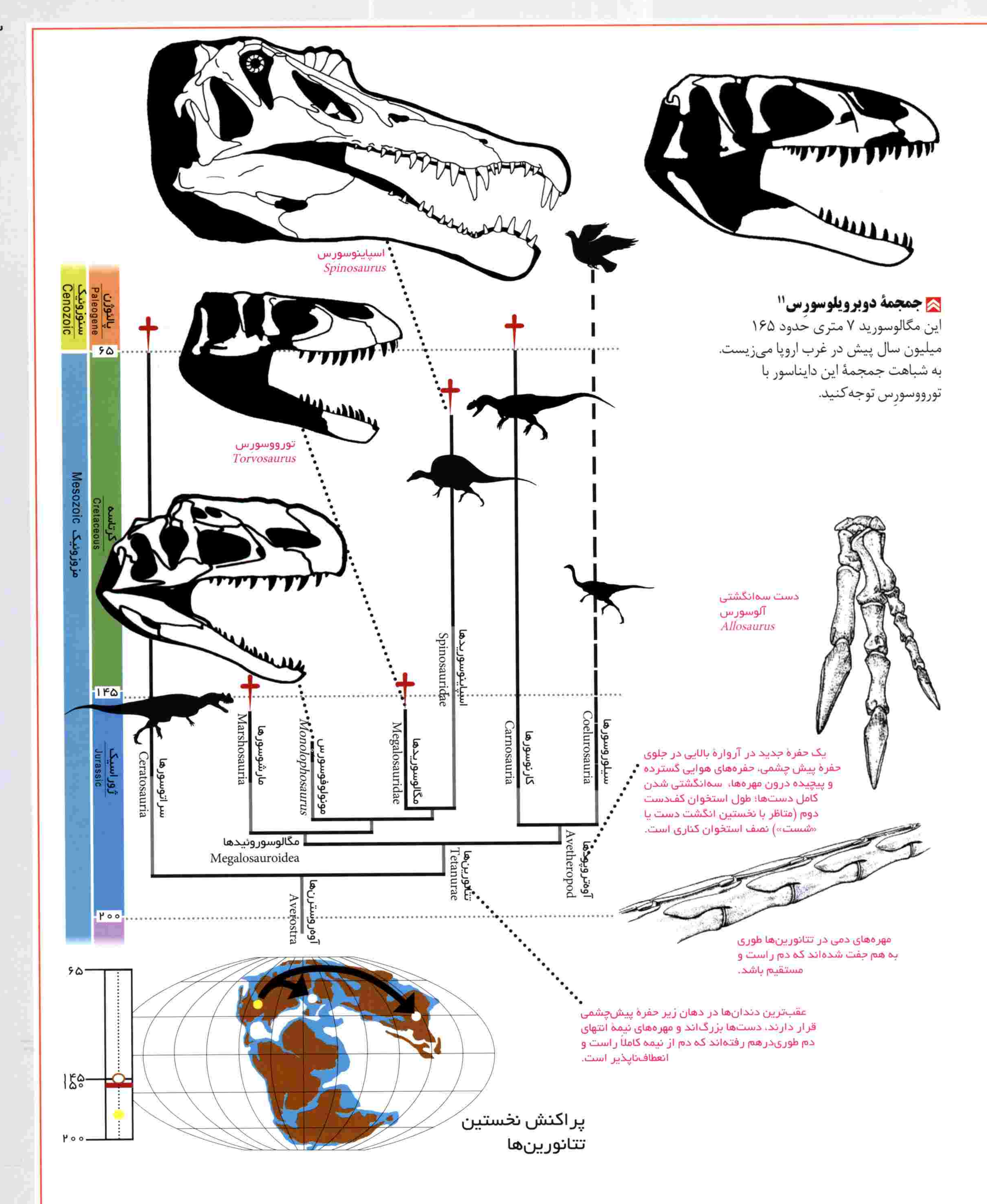
کاکلی تیزچنگال

مونولوفوسورِس یک مگالوسوروئید بود که ۱۶۵ میلیون سال پیش در آسیا زندگی می‌کرد. این داپناسور ۵ متری در آن زمان مهم‌ترین شکارچی آسیا محسوب‌می‌شد. درست مثل بسیاری از تروپودهای ابتدایی دیگر، مونولوفوسورِس روی سرش کاکلی استخوانی داشت که قیافه‌اش را وحشتناک‌تر می‌کرد (← فصل ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۵ و ۳۷).



اسکلت یک مگالوسورید

توروووسورس در حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. این شکارچی ۱۲ متر طول داشت و وزنش حدود ۲ تن بود. به پنجهٔ بزرگ انگشت شست دست این داپناسور، شکل لگن و جمجمهٔ درازش دقت کنید.



جمجمهٔ دوبرویلوسورِس[11]
این مگالوسورید ۷ متری حدود ۱۶۵ میلیون سال پیش در غرب اروپا می‌زیست. به شباهت جمجمهٔ این دایناسور با توروِوسورِس توجه کنید.

1- Tetanurae 2- Megalosauroidea 3- Carnosauria 4- Coelurosauria 5- Avetheropoda 6- Marshosaur 7- *Monolophosaurus* 8- Megalosauridae
9- *Torvosaurus* 10- Spinosauridae 10- *Dubreuillosaurus*

پرونده‌ای برای انگشتان گم‌شدهٔ دایناسورها!

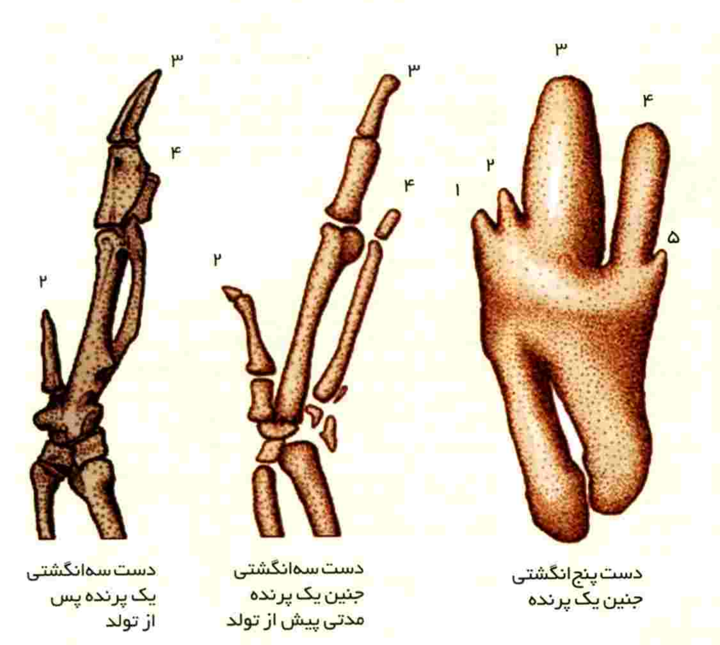
یکی از بزرگ‌ترین معماهای تکامل پرندگان، مربوط به انگشتان «دست» پرندگان است. بال یک پرندهٔ جوان پیش از جوش‌خوردن استخوان‌ها به هم، درست مثل دست یک تروپودِ شکارچیِ سه‌انگشتی ۱۳۰ میلیون ساله به نظرمی‌رسد. در فصل‌های آینده خواهیم دید که تکامل پرندگان چگونه پله‌پله از همین تروپودهای درنده شروع شده است. اگر به ساختمان دست تروپودهایی که تاکنون با آن‌ها آشنا شده‌اید دقت کنید، خواهید دید که چگونه دست‌های پنج انگشتی دایناسورهای ابتدایی تکامل یافتند و به‌تدریج چهار انگشتی شدند. در همین فصل نیز می‌بینیم که در آوه‌تروپودها با حذف کامل دو تا از انگشتان دست، تروپودهای سه‌انگشتی ظاهر شده‌اند. انگشت‌های اضافی کوچک نه‌تنها به درد شکارچیان تیزچنگال نمی‌خورده‌اند بلکه هنگام چنگ‌زدن به شکار نیز احتمالاً مزاحم انگشت‌های بزرگ و اصلی می‌شده‌اند. پس این انگشت‌ها در تکامل تروپودها به تدریج حذف شده‌اند. سؤال مهمی که باقی می‌ماند این است که دقیقاً کدام انگشت‌ها از دست پنج انگشتی دایناسورهای اولیه حذف‌شدند و کدام‌ها باقی‌ماندند.

شواهد سنگواره‌ای

وقتی به سراغ سنگواره‌های تروپودهای چهار انگشتی می‌رویم، با نکتهٔ عجیبی روبه‌رو می‌شویم: ساختمان دست این دایناسورها نشان می‌دهد که انگشتان چهارم و پنجم در حال کوچک‌شدن‌اند. قطعاً نیاکان آوه‌تروپودهای سه‌انگشتی، از تروپودهایی چهارانگشتی با ساختمان دست شبیه به همین دایناسورها تکامل‌یافته‌اند. اگر این‌طور باشد، باید گفت که طی تکامل آوه‌تروپودها انگشتان چهارم و پنجم بودند که کوچک‌شدند و انگشتان نخست، دوم و سوم باقی‌ماندند. برای مثال، دست دایلوفوسورِس (← فصـ. ۳۱) در اینجا با دست آلوسورِس (← فصـ. ۳۵) و داینونیکوس (← فصـ. ۴۵) مقایسه شده است. در دایلوفوسورِس، انگشت نخست (شست) دارای استخوان کف‌دست کوتاهی است و روبه‌روی انگشتان دیگر قرار دارد. انگشتان ۵ و ۴ نیز کوچک شده‌اند؛ به‌طوری که از انگشت پنجم تنها قسمت کوچکی از استخوان کف‌دست به‌جا مانده که در مقطع عرضی استخوان‌های کف‌دست قابل مشاهده است؛ بنابراین، انگشتان دست تتانورین‌ها نیز انگشتان ۱ و ۲ و ۳ هستند.

شواهد رویان‌شناسی

در رویان‌شناسی، اصلی وجود دارد که می‌گوید هر فرایندی که در تکامل نیاکان یک موجود زنده رخ داده باشد، در تکوین رویانی‌اش هم دیده خواهد شد. دلیل شباهت رویان‌های مهره‌داران به یکدیگر، همین است (← فصـ. ۴). پس اگر به تکوین بال در رویان پرنده‌ها دقت‌کنیم، می‌توانیم متوجه‌شویم که طی تکامل تروپودها، دقیقاً کدام انگشتان حذف شده‌اند. دانشمندان زیادی این‌کار را کردند یا با دست‌کاری ژن‌های مختلف شکل‌دهندهٔ انگشتان به این نتیجه رسیدند که رویان پرندگان در آغاز دست‌هایی پنج‌انگشتی دارد. سپس، انگشتان رویانی نخست و پنجم حذف می‌شوند؛ بنابراین، در پرندگان انگشتان ۲ و ۳ و ۴ هستند که کامل می‌شوند.



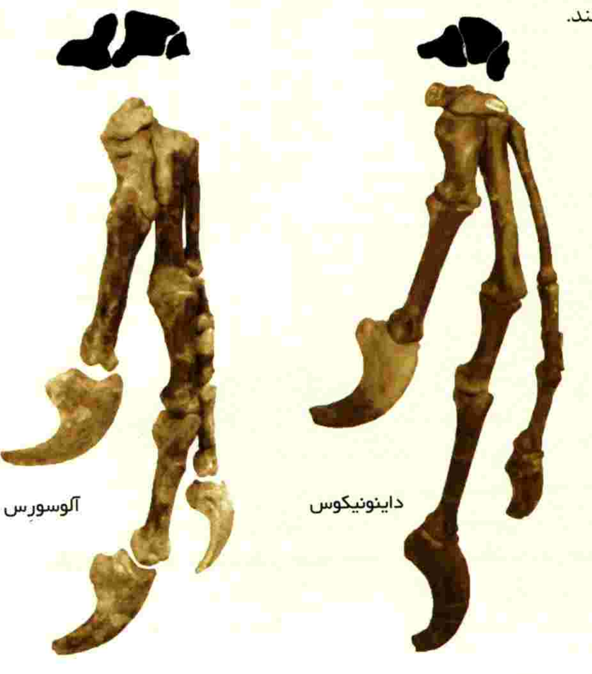
دست پنج‌انگشتی جنین یک پرنده

دست سه‌انگشتی جنین یک پرنده مدتی پیش از تولد

دست سه‌انگشتی یک پرنده پس از تولد

مقاطع عرضی استخوان‌های کف دست



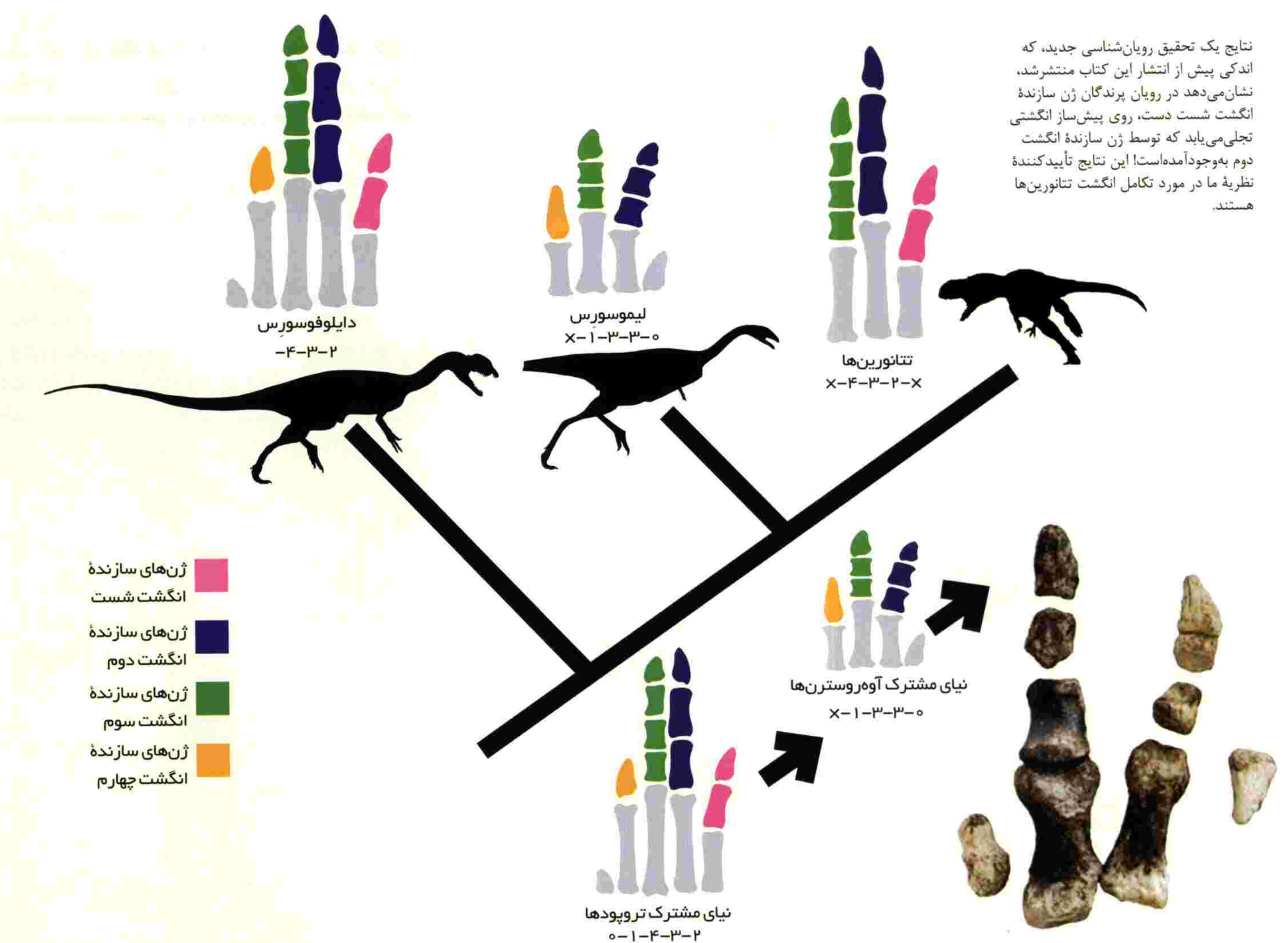


سیر کاهش تعداد انگشتان دست در گروه‌های اصلی نیوتروپودها، این نظریه را القا می‌کند که انگشتان چهارم و پنجم هستند که از دستان تتانورین‌ها (مشتمل بر پرنده‌ها) حذف‌شده‌اند؛ اشکال این‌جاست که این نظریه با شواهد رویان‌شناسی کاملاً در تناقض است.

تناقض حل می‌شود!

پیش‌تر در مورد لیموسورِس و اهمیت این سراتوسور گیاه‌خوار در درک ما از تکامل و تنوع تروپودها صحبت‌کردیم (← فصـ. ۳۲) اما در مورد یکی از مهم‌ترین معماهایی که با کشف این دایناسور حل شد، حرفی نزدیم. همان‌طور که اشاره شده است، دستان سراتوسور، کوچک و چهارانگشتی بودند و برای مثال، لیموسورِس تنها دو انگشت بزرگ و ناخن‌دار در دستانش داشت. همین نکته کلید معمای تکامل انگشتان دست در تتانورین‌ها شد؛ چطور؟

ما پیش از این دست تتانورین‌ها را با حیواناتی مثل دایلوفوسورِس مقایسه می‌کردیم اما نزدیک‌ترین خویشاوندان تتانورین‌ها، سراتوسورها بوده‌اند. بنابراین، نیای مشترک تتانورین‌ها شباهت زیادی به سراتوسورها داشته است و البته ابتدایی‌ترین گروه از سراتوسورها، الافروسورهایی مثل لیموسورِس هستند. ساختمان دست لیموسورِس برخلاف دایلوفوسورِس نشان‌دهندهٔ کوچک‌شدن انگشت نخست و چهارم دست است و در آن اثری از انگشت پنجم نیز دیده نمی‌شود. در عوض، انگشت دوم دست، ظاهری کمابیش شبیه به انگشت شست در تتانورین‌ها پیدا کرده است. بنابراین، تصور ما از تکامل انگشتان دست در تتانورین‌ها نسبت به گذشته تغییر کرده است. البته این نظریهٔ جدید با شواهد رویان‌شناسی تکوین انگشتان دست در پرندگان امروزی تناقض ندارد.



نتایج یک تحقیق رویان‌شناسی جدید، که اندکی پیش از انتشار این کتاب منتشرشد، نشان‌می‌دهد در رویان پرندگان ژن سازندهٔ انگشت شست دست، روی پیش‌ساز انگشتی تجلی‌می‌یابد که توسط ژن سازندهٔ انگشت دوم به‌وجودآمده‌است! این نتایج تأییدکنندهٔ نظریهٔ ما در مورد تکامل انگشت تتانورین‌ها هستند.

دستان تتانورین‌ها چگونه سه‌انگشتی شدند؟

نخستین تروپودها دستانی پنج انگشتی داشتند. انگشت چهارم و پنجم از همه کوچک‌تر بودند. پس از جداشدن تبار دایلوفوسورها، نیای مشترک آوه‌روسترن‌ها صاحب انگشتانی کوتاه شد. انگشت پنجم کاملا حذف‌شد و انگشت نخست بندهایش را از دست‌داد. همین وضع در سراتوسورهایی مثل لیموسورِس دیده می‌شود. در تتانورین‌ها انگشت نخست نیز حذف شد و انگشت دوم، همان نقشی را که در تروپودهای پیشین به عهدهٔ انگشت نخست بود، پذیرفت: انگشت دوم به «شست» تبدیل شد. بسیاری از رویان‌شناسان معتقدند که اگرچه پرندگان (و تتانورین‌های دیگر) انگشتان ۲ و ۳ و ۴ را دارند، اما همان ژن‌هایی مسئول ریخت‌شناسی این سه انگشت هستند که در جانوران دیگر انگشت‌های نخست و دوم و سوم را رمزمی‌کنند. به‌عبارت دیگر، اگرچه پرندگان انگشت نخست خود را از دست‌داده‌اند، در حقیقت ژن‌های سازندهٔ انگشت شست باعث تبدیل‌شدن انگشت شمارهٔ ۲ به «شست» می‌شوند. این روی‌داد مهم تکاملی باید حدود ۱۸۰-۱۵۰ میلیون سال پیش در زمان پیدایش نخستین تتانورین‌های سه انگشتی رخ داده باشد. در تصویر بالا ژن‌های رمزکنندهٔ ساختار هرکدام از انگشت‌ها با رنگ و فرمول انگشتان با اعداد مشخص شده‌اند. عدد صفر به معنای وجود استخوان کف دست بدون بندهای انگشت، و × به‌معنای حذف کامل آن انگشت و استخوان کف‌دست است.

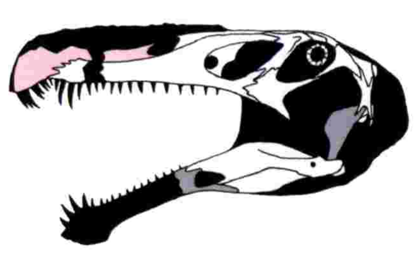
اسپاینوسوریدها
خرس‌هایی با سر تمساح

اسپاینوسوریدها[1] یکی از عجیب‌ترین خانواده‌های تروپودها بودند. معمولاً در هر زمان و مکان، تنها یک نوع شکارچی بزرگ وجود دارد که به دیگری اجازهٔ بقا نمی‌دهد، اما اسپاینوسوریدها در کنار شکارچیان بزرگی مثل سراتوسورها[2] (← فصل ۳۲) و کارنوسورها[3] (← فصل ۳۵) زندگی می‌کرده‌اند؛ بنابراین احتمالاً نوع شکار مورد علاقهٔ آن‌ها با تروپودهای غول‌پیکر دیگر متفاوت بوده است. سرهای تمساح‌مانند اسپاینوسوریدها نیز گویای این واقعیت است که آن‌ها بیشتر درون آب می‌زیسته‌اند و از ماهی‌های بزرگ و دایناسورهایی که برای آب‌خوردن به کنار آب‌ها می‌آمدند، تغذیه می‌کرده‌اند.

تکامل اسپاینوسوریدها

اسپاینوسورها گروهی از مگالوسوروئیدهای غول‌پیکر بودند که در اوایل کرتاسه در اروپا ظاهرشدند. برایونیکس[4] تروپودی ۸ تا ۱۰ متری با وزن ۱/۲ تن بود که حدود ۱۳۰ میلیون سال پیش در مرداب‌ها و آبرفت‌های ساحلی به شکار می‌پرداخت. این دایناسور با داشتن پوزهٔ تمساح‌مانند و ناخن‌های بزرگ در دست‌هایش، همچون هیولایی دوپا میان خرس و تمساح بود؛ زیرا مثل خرس به کمک دستانش می‌توانست ماهی‌های بزرگ در حال شنا را در آب‌های کم‌عمق بگیرد و مثل تمساح پوزه‌ای دراز با دندان‌های مخروطی برای گرفتن ماهی در آب‌های عمیق‌تر داشت. موفقیت این دایناسورها در این کنام بوم‌شناختی به حدی بود که به سرعت در آفریقا و آمریکای جنوبی نیز پراکنده شدند و احتمالاً پای آن‌ها به آسیا نیز رسید. سوکومایموس[5] که ۱۲۰ میلیون سال پیش در شمال آفریقا می‌زیست، با ۱۲ متر طول و ۲/۵ تن وزن، حتی از برایونیکس هم بزرگ‌تر بود و اسپاینوسورس[6] که ۱۰۰ میلیون سال پیش در شمال آفریقا و احتمالاً اروپا زندگی می‌کرد، با ۱۶-۱۴ متر طول و حدود ۱۰ تن وزن احتمالاً بزرگ‌ترین دایناسور شکارچی بوده است. ایری‌تیتور[7]، خویشاوند کوچک‌تر اسپاینوسورس، ۸ متر طول و یک تن وزن داشت و ۱۱۰ میلیون سال پیش در آرژانتین می‌زیست. دندان‌های مخروطی شکل اسپاینوسوریدها در آسیا نیز به‌دست آمده و ممکن است در آینده سنگواره‌های بیشتری از آن‌ها در مناطق دیگر زمین کشف شود. نکتهٔ جالب در مورد این دایناسورهای شکارچی، هم‌زمانی و هم‌مکانی آن‌ها با برخی از تروپودهای غول‌پیکر دیگر است. معمولاً دایناسورهای گوشت‌خوار بزرگ در یک منطقه یکدیگر را تحمل نمی‌کردند. بنابراین، شیوهٔ زندگی و نوع شکار اسپاینوسوریدها آن‌قدر با دیگر تروپودهای بزرگ متفاوت بوده است که می‌توانسته‌اند در قلمرو شکارچی‌های بزرگ دیگر زندگی کنند. احتمالاً رقیب اصلی آن‌ها کروکودیل‌های غول‌پیکر بوده‌اند (← فصل ۸).

بررسی ایزوتوپ‌های مواد درون استخوان‌های اسپاینوسوریدها، به‌خصوص ایزوتوپ‌های اکسیژن، نشان می‌دهد که آن‌ها بیشتر وقت خود را درون آب می‌گذرانده‌اند و از شکارهای آبزی در کنار شکارهایی که برای آب‌خوردن به لب آب می‌آمده‌اند، تغذیه می‌کرده‌اند.



وقتی سنگوارهٔ جمجمهٔ ایری‌تیتور کشف شد، به‌دست گروهی از افراد ناوارد افتاد و آن‌ها این سنگواره را حسابی از ریخت انداختند، سپس تصور کردند که با جمجمهٔ یک تروسور (← فصل ۹) روبه‌رو هستند!

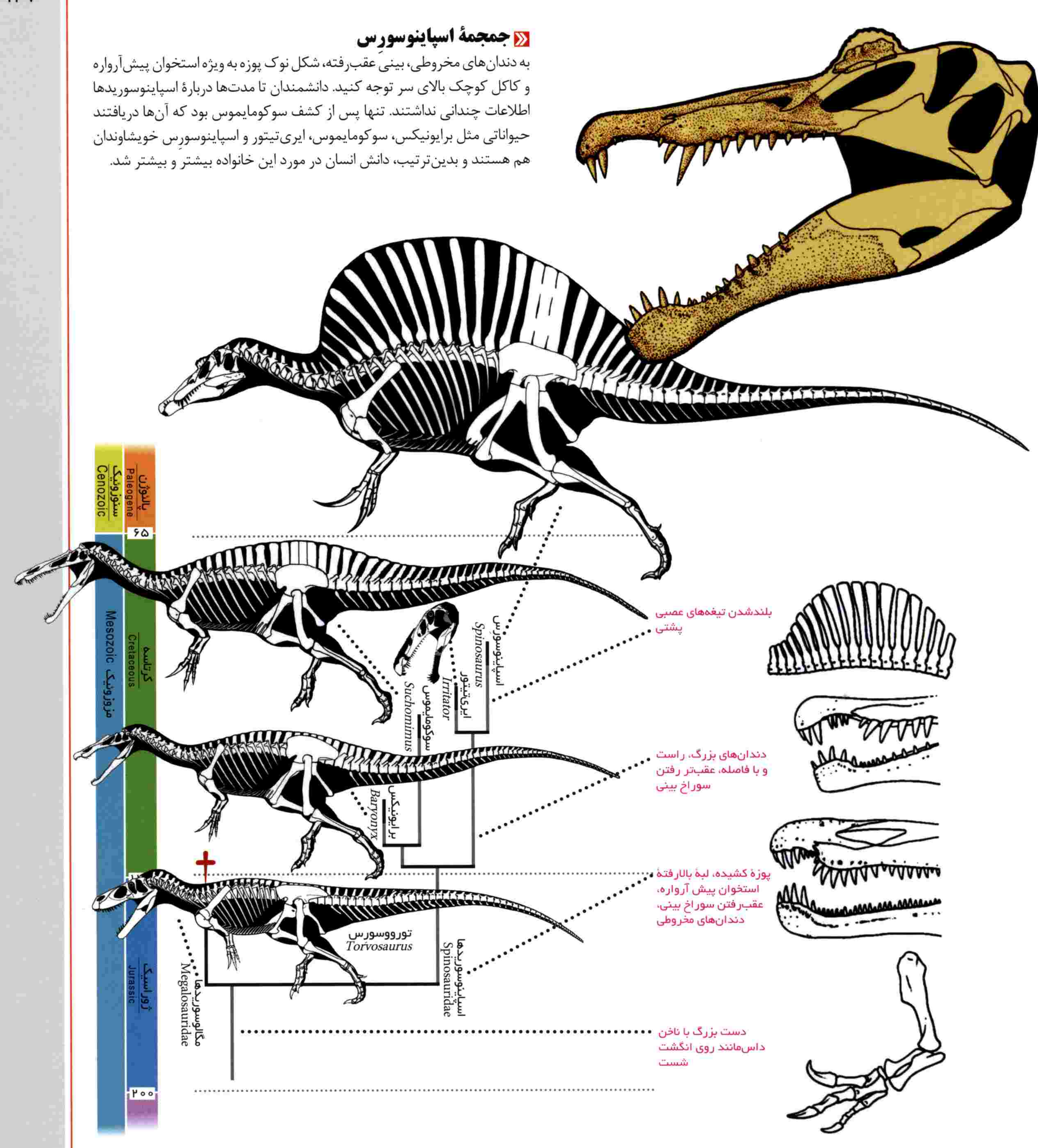


شکارچی تروسور

پیدا شدن دندان‌های یک ایری‌تیتور در کنار استخوان‌های یک تروسور نشان می‌دهد که آن‌ها به خوردن هر حیوانی که به دستشان می‌رسیده است، از جمله تروسورها، علاقه نشان می‌داده‌اند.

جمجمهٔ اسپاینوسورِس

به دندان‌های مخروطی، بینی عقب‌رفته، شکل نوک پوزه به ویژه استخوان پیش‌آرواره و کاکل کوچک بالای سر توجه کنید. دانشمندان تا مدت‌ها دربارهٔ اسپاینوسوریدها اطلاعات چندانی نداشتند. تنها پس از کشف سوکومایموس بود که آن‌ها دریافتند حیواناتی مثل برایونیکس، سوکومایموس، ایری‌تیتور و اسپاینوسورِس خویشاوندان هم هستند و بدین‌ترتیب، دانش انسان در مورد این خانواده بیشتر و بیشتر شد.

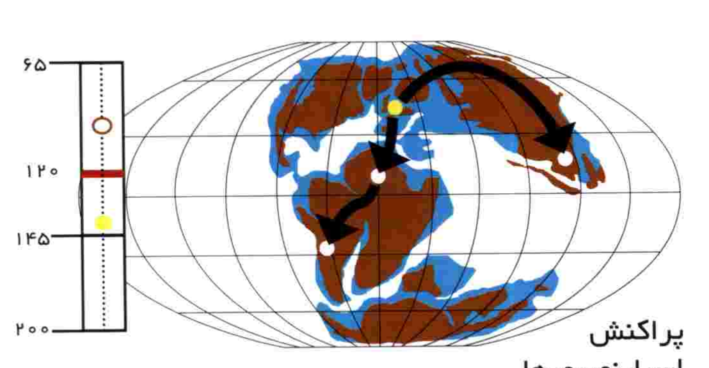


1- Spinosauridae 2- Ceratosauria 3- Carnosauria 4- *Baryonyx* 5- *Suchomimus* 6- *Spinosaurus* 7- *Irritator*



بزرگ‌ترین شکارچی روی زمین

اسپاینوسورِس بزرگ‌ترین دایناسور شکارچی در همهٔ دوران ها بوده است؛ یعنی، حتی از تیرانوسورِس[1] هم بزرگ‌تر! در تصویر زیر، اسپاینوسورس در حالی که یکی از کوچک‌ترین تروپودهای آن زمان (یک پرنده!) روی نوک بینی‌اش نشسته است، دیده می‌شود. برای مقایسهٔ اندازهٔ اسپاینوسورِس با بزرگ‌ترین دایناسورها و پستانداران شکارچی، سایه‌هایی از اسپاینوسورِس، جیگانوتوسورس[2] (بزرگ‌ترین کارنوسور: ← فصـ. ۳۵)، تیرانوسورِس (بزرگ‌ترین سیلوروسور: ← فصـ. ۳۷)، کارنوتائورِس[3] (بزرگ‌ترین سراتوسور: ← فصـ. ۳۲) و نیز آندریوسارکوس[4] (بزرگ‌ترین پستاندار شکارچی، از راستهٔ زوج‌سمان) و ببر سیبری در مقیاسی واحد، در تصویر بالا ترسیم شده‌اند.



پراکنش
اسپاینوسورها

تکامل هم‌گرا چیست؟

در ایـن کتاب با موجوداتی روبه‌رو می‌شـوید که درسـت مثل اسپاینوسـوریدها تیغه‌های عصبی بلندی داشته‌اند (← فصـ. ۷، ۸، ۱۶ و ۲۶). برخی از آن‌ها احتمالاً خون‌سـرد (← فصـ. ۷ و ۸) و دایناسورها احتمالاً خون‌گرم بوده‌اند (← فصـ. ۳۵). در همهٔ آن‌ها این تیغه‌های عصبی نقش تبادل گرمایی داشته‌اند. البته در نمونه‌های خون‌سرد، وظیفهٔ آن‌ها احتمالاً گرفتن گرما از تابش خورشید بوده و در نمونه‌های خون‌گرم، یعنی دایناسورها، تخلیهٔ گرمای اضافی بدن را به‌عهده داشته‌اند؛ زیرا یکی از مشکلات اصلی حیوانات غول‌پیکر، افزایش نسبت حجم به سطح بدن، و درنتیجه افزایش نسـبت گرمای تولیدشده به گرمای دفع شده است (← فصـ. ۲۸). فرضیهٔ دیگری که در مورد دلیل بلندشـدن تیغه‌های عصبی این موجـودات وجود دارد، مربوط به رفتارهای انتخاب جفت اسـت (← فصـ. ۲۱). به‌هرحال به‌دلیل شرایط و نیازهای مشابه، همهٔ این جانوران ساختاری مشابه پیدا کرده‌اند. تکامل جانورانی از تبارهای مختلف با ساختارها و ظاهر مشابه، آن‌هم به‌خاطر شباهت نیازهای آن‌ها، رخدادی بسیار پربسامد در تاریخ حیات است. مثال‌های بسیار آشنایی از این مورد در پستانداران کیسـه‌دار استرالیا و پستانداران بقیهٔ قاره‌ها وجود دارد و دیده شده اسـت که دو موجود بسـیار متفاوت، به‌خاطر شباهت شرایط زندگی به موجوداتی فوق‌العاده شـبیه به هم تکامل‌یافته‌اند. بهترین نمونهٔ آن‌ها «گرگ تاسمانی» است. گرگ تاسمانی از تبار کیسـه‌داران بود و خویشاوند نزدیک حیواناتی مثل کانگورو محسوب می‌شـد اما ظاهرش بی‌کم‌وکاست به سگ‌ها شبیه بود. متأسفانه آخرین گرگ تاسمانی در دههٔ ۳۰ قرن بیستم کشته‌شد.

شـباهت جمجمهٔ اسپاینوسورها و تمساح‌ها، شـباهت کرگدن و سراتوپسیدها (← فصـ. ۲۱)، شـباهت تروپودهای گیاه‌خوار و سوروپودومورف‌های ابتدایی (← فصـ. ۲۳، ۲۴، ۳۲، ۳۸، ۴۰، ۴۲، ۴۷...)، شباهت جمجمهٔ تایتانوسورها و دیپلودوکوئیدها (← فصـ. ۲۶ و ۲۸)، شـباهت زره بدن استیگوسـورها و آگوستینیا (← فصـ. ۱۳ و ۲۸) و بی‌شـمار مثال‌های دیگر، نمونه‌های بسـیار جالبی از تکامل هم‌گرا در میان دایناسورها هستند.



گرگ تاسمانی

تکامل هم‌گرا میان کوسه‌ماهی، دلفین و ایکتیوسور

تکامل هم‌گرا ممکن اسـت در دو موجودی که هم‌زمان در دو منطقهٔ مشـابه ولی دوردسـت زندگی‌می‌کنند، رخ دهد. همین‌طور، ممکن اسـت میان دو موجود که میلیون‌ها سـال با هم اختلاف زمانی دارند، دیده شـود. کوسـه‌ها مدت‌هاست که جزء مهم‌ترین مهره‌داران دریازی هستند. در دوران مزوزوئیک ایکتیوسورها، از تبار خزنـدگان، تکامل یافتـنـد و به موجوداتی ماهی‌مانند تبدیل شـدند (← فصـ. ۷). نهنگ‌ها و دلفین‌ها میلیون‌ها سـال پس از آن‌ها از تبار پسـتانداران تکامل یافتند و اکنون نیز دقیقاً در همان شـرایط زندگی‌می‌کنند.در همین کتاب با نمونه‌ای از کروکودیل‌های ماهی‌مانند هم آشنا شده‌اید (← فصـ. ۸).

1- *Tyrannosaurus* 2- *Giganotosaurus* 3- *Carnotaurus* 4- *Andrewsarchus*

کارنوسورها
شیرهای ژوراسیک، ببرهای کرتاسه

کارنوسورها[1] بزرگ‌ترین شکارچیان خشکی‌های شمالی تا پایان دورهٔ ژوراسیک و اوایل کرتاسه بودند اما در میانهٔ دورهٔ کرتاسه تسلط آن‌ها بر منابع شکار در خشکی‌های شمالی کاهش یافت. با وجود این، توانستند در خشکی‌های جنوبی به‌خصوص آفریقا، آمریکای جنوبی و حتی استرالیا به مهم‌ترین رقیب سراتوسورها تبدیل‌شوند. شاید یکی از موانع بزرگ‌شدن اندازهٔ اغلب آبلی‌سوریدها، اجتناب از رقابت با کارنوسورها بوده است. اندازهٔ برخی از این کارنوسورهای آمریکای جنوبی به مرز نهایی غول‌پیکرشدن در میان دایناسورهای شکارچی، یعنی حدود ۱۳ـ۱۴ متر، نیز رسید. به‌جز سراتوسورها، مهم‌ترین رقیب کارنوسورهای قاره‌های جنوبی اسپاینوسورها بودند که ظاهراً کارنوسورها حتی بر آن‌ها نیز غلبه یافتند.

تکامل و تنوع کارنوسورها

استخوان‌بندی کارنوسورها ویژگی‌های منحصربه‌فرد اندکی دارد که آن‌ها را از تتانورهای دیگر مشخص می‌کند که اغلب مربوط به جزئیات جمجمهٔ این دایناسورها است. با وجود این، با اطمینان بالایی می‌توان گفت که مجموعه‌ای از سنگواره‌های یافته شدهٔ مربوط به ژوراسیک و کرتاسه متعلق به این تبارند.

نخستین خانواده‌ای که در دل این تبار تکامل‌یافت، سین‌راپتوریدها[2] بودند. سین‌راپتورها طی مدت محدودی در دورهٔ ژوراسیک، مهم‌ترین شکارچیان کوچک تا غول‌پیکر اوراسیا بودند. برخی از آن‌ها تنها ۳/۵ متر طول داشتند (گاسوسورِس[3]: ۱۶۵ میلیون سال پیش، چین) و برخی نیز مانند یانگ‌چوانوسورِس[4] (۱۰/۵ متر، ۱۵۷ میلیون سال پیش، چین) بزرگ‌ترین شکارچی دورهٔ خود بوده‌اند. روندی ثابت از برخاستن و انقراض تتانورهای مختلف غول‌پیکر و شکارچی در آسیا، طی ژوراسیک و کرتاسه دیده می‌شود. در زمان زندگی گاسوسورِس، مونولوفوسورِس (← فصل ۳۳) بزرگ‌ترین شکارچی آسیا محسوب می‌شد اما چند میلیون‌سال بعد، سین‌راپتوریدهایی چون خود سین‌راپتور[5] (۱۶۰ میلیون‌سال پیش) و یانگ‌چوانوسورِس پیروز این میدان‌شدند. به‌زودی خود سین‌راپتوریدها نیز منقرض‌شدند و گروه‌های جدیدتری از کارنوسورها و سیلوروسورها جای آن‌ها را گرفتند. (← فصل ۳۷).

آلوسورِس[6] یکی از شناخته‌شده‌ترین کارنوسورهاست که از ۱۵۷ تا ۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی و اروپا (که در آن زمان به هم متصل بودند) می‌زیست. آلوسورِس ۸ تا ۱۳ متری در جنگل‌ها، جلگه‌ها و مناطق نیمه‌خشک آمریکای شمالی به دنبال سوروپودهایی غول‌آسا مثل آپاتوسورِس[7] (← فصل ۲۶) می‌گشت و در نظر دایناسورهای کوچک نیز بسیار هول‌آور و ترسناک بود. آلوسورِس‌های اروپایی که در جزیره‌های مردابی زندگی می‌کردند، نسبت به خویشاوندان خود، که تنها چند کیلومتر آن‌سوتر در سرزمین بزرگ آمریکای شمالی می‌زیستند، اندازه‌های کوچک‌تری داشتند و اغلب ۴ تا ۷ متر بیشتر رشد نمی‌کردند (← فصل ۵۰). در همین زمان، گروه دیگری از خویشاوندان نزدیک آلوسورِس داشتند به شاه گوشت‌خواران زمان خود تبدیل می‌شدند. تباری که شامل دو خانوادهٔ کارکارودونتوسوریدها[8] و نیووینه‌توریدها[9] می‌شد.

جمجمهٔ یانگ‌چوانوسورِس

به ردیف دندان‌ها که تنها از زیر حفرهٔ پیش‌چشمی آغازمی‌شوند، حفرهٔ کوچک درون استخوان آروارهٔ بالا و کاکل‌های کوتاه حیوان دقت کنید.



کونکاوینه‌تور[10]

این کارکارودونتوسورید ۶ متری که ۱۲۵ـ۱۳۰ میلیون سال پیش در جنوب اروپا زندگی می‌کرد، یکی از آخرین کارنوسورهای کشف شده است. ظاهراً اسپاینوسورها تنها تروپودهایی نبوده‌اند که تیغ‌های عصبی برآمده داشته‌اند، بلکه بسیاری از کارکارودونتوسوریدها و نیز کونکاوینه‌تور و آکروکانتوسورس[11] (صفحهٔ مقابل) صاحب چنین «کوهان»هایی بوده‌اند. نکتهٔ مهم دیگری که با کشف این دایناسور برای ما مشخص‌شد، این بود که حتی تروپودهای غول‌پیکری مثل کارنوسورها نیز پرهایی ابتدایی و خارمانند و احتمالاً کرک‌پرهای ظریف‌تری داشته‌اند.

1- Carnosauria 2- Sinraptoridae 3- *Gasosaurus* 4- *Yangchuanosaurus* 5- *Sinraptor* 6- *Allosaurus* 7- *Apatosaurus* 8- Carcharodontosauridae 9- Neovenatoridae 10- *Concavenator* 11- *Acrocanthosaurus*

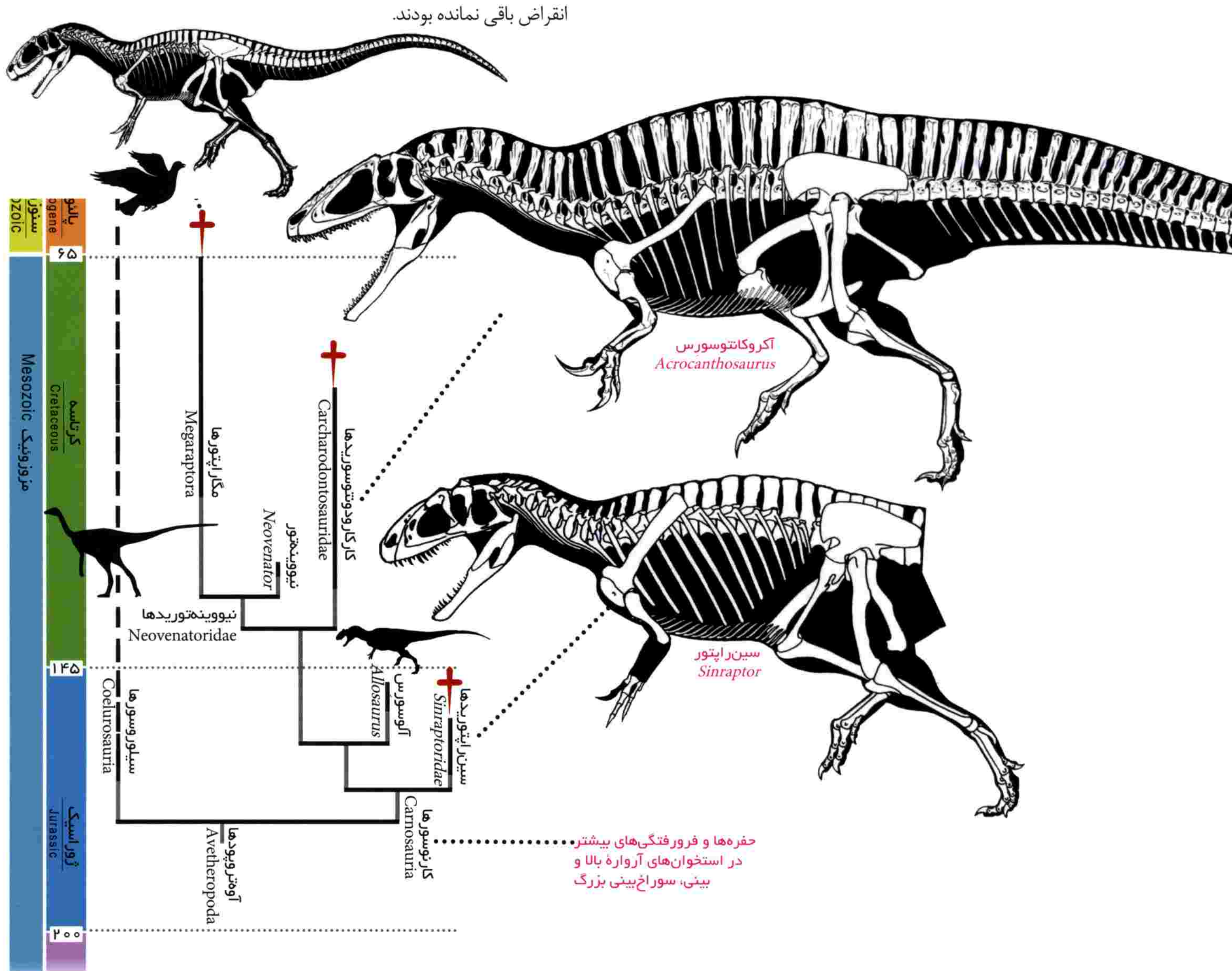
کارکارودونتوسوریدها

این خانواده از تبار گوشت‌خواران غول‌پیکر سرزمین‌های شمالی تکامل یافتند اما خیلی زود راه جنوب را پیدا کردند و توانستند در بسیاری از مناطق، بر سراتوسورهای جنوبی چیره شوند. کارکارودونتوسوریدهای ابتدایی، مثل آکروکانتوسورس (۱۲۵ تا ۱۰۰ میلیون سال پیش، آمریکای شمالی) با حدود ۱۲ متر طول و ۴/۴ تن وزن، از موفق‌ترین شکارچیان کرتاسهٔ پایینی در زمان خود بودند. نمونه‌های کوچک‌تر این خانواده نیز در جزایر اروپا زندگی می‌کردند. در کرتاسهٔ بالایی مهم‌ترین منطقهٔ پراکنش این خانواده در آفریقا و آمریکای جنوبی بود. کارکارودونتوسورس[12] (۱۱۰ تا ۹۵ میلیون سال پیش، شمال آفریقا) با ۱۲ متر طول و ۶ تن وزن، و جیگانوتوسورس[13] (۱۰۰ تا ۹۵ میلیون سال پیش، آمریکای جنوبی) با ۱۳ تا ۱۴ متر طول و ۸ تن وزن، از بزرگ‌ترین تروپودها محسوب می‌شدند. این تروپودها از شکارهای بزرگ مثل تایتانوسورها، که سراتوسورها و اسپاینوسورها قادر به کشتن آن‌ها نبودند، تغذیه می‌کردند.

نیوونه‌توریدها نیز کمابیش مانند کارکارودونتوسوریدها در خشکی‌های شمالی ظاهرشدند اما خیلی زود به جنوبی‌ترین مناطق سردسیر کرهٔ زمین رفتند.

نیوونه‌توریدها

بر خلاف کارکارودونتوسوریدها، که در رقابت با سراتوسورها به سمت بزرگ‌شدن پیش‌رفتند، نیوونه‌توریدها اندک‌اندک کوچک‌تر شدند. خود نیوونه‌تور[14] با ۷/۵ متر طول، ۱۳۰ تا ۱۲۵ میلیون سال پیش در اروپا می‌زیست. خویشاوندان این دایناسور، مثل چیلان‌تای‌سورِس[15] که ۱۲۵ تا ۱۰۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست، تا ۱۳ متر هم طول داشته‌اند اما اغلب نیوونه‌توریدها خیلی کوچک‌تر بوده‌اند. فوکویی‌راپتور[16] که ۱۳۰ میلیون سال پیش در ژاپن می‌زیست، تنها ۵ متر طول و ۳۰۰ کیلوگرم وزن داشت. فوکویی‌راپتور و نیوونه‌توریدهای بعدی تباری به نام مگاراپتورها[17] تشکیل‌می‌دهند. مهم‌ترین عضو این تبار خود مگاراپتور[18] است که ۹۰ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیست و ۹ متر طول داشت. مگاراپتورها پنجه‌های نسبتاً بزرگی روی انگشتان دست خود داشتند. این تبار شامل آخرین کارنوسورهایی است که روی زمین زندگی‌کرده‌اند. اورکوراپتور[19] که ۶/۵ متر طول داشت، ۶۵ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیست و شاهد انقراض بزرگ اغلب دایناسورها بود؛ اگرچه مدت‌ها پیش‌تر آخرین کارکارودونتوسوریدها و بسیاری از دایناسورهای دیگر منقرض شده بودند و دایناسورهای زیادی برای انقراض باقی نمانده بودند.



12 - Carcharodontosauridae 13- *Giganotosaurus* 14- *Neovenator* 15- *Chilantaisaurus* 16- *Fukuiraptor* 17- Megaraptora 18- *Megaraptor* 19- *Orkoraptor*



ماهیچه‌های بدن آلوسورس

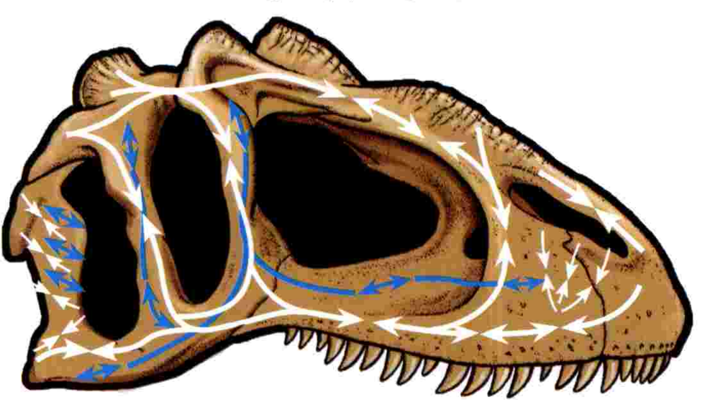
نه‌تنها آرواره‌های قوی، بلکه پنجه‌های قدرتمند هم به آلوسـورِس کمک می‌کردند که بتواند شکار خود را بکشد و بدنش را پاره‌کند. دست‌های کارنوسورها در مقایسه با تروپودهای پیشین انعطاف‌پذیری بیشتری داشتند و ماهیچه‌های پرقدرت آن‌ها نیز برای چنگ‌زدن به بدن شکار بسیار مناسب بودند.

شکارچیان قهار

کارنوسورها یکی از مهم‌ترین گروه‌های دایناسورهای شکارچی محسوب می‌شوند. آن‌ها از همهٔ سـلاح‌های خود برای کشتن شکار استفاده می‌کردند. سرهای بزرگ و آرواره‌های قوی، دندان‌های محکم و بزرگ، دست‌های قدرتمند، پنجه‌های تیز و پاهای پرقدرت که سرعت خوبی برای آن‌ها فراهم می‌کرد، همگی موجب موفقیت کارنوسـورها بودند. صحنه‌هایی که آلوسـورِس به دنبال آپاتوسـورس می‌رفته یا جیگانوتوسورِس کوه‌پیکر در تعقیب سوروپودهای عظیم‌الجثه‌ای مثل تایتانوسورها بوده اسـت تا بتواند یکـی از آن‌ها را به‌عنوان غذای چندیـن روز خود صید کند، بی‌شک از دیدنی‌ترین صحنه‌های شکار در سراسر تاریخ زمین بوده‌است. شکار یک سوروپود توسط این کارنوسوورهای غول‌آسا احتمالاً یک روز تمام طول می‌کشیده اسـت؛ زیرا حتی اگر فرض‌کنیم که شـکارچی‌ها در گروه‌هـای دو یا چندتایی به سوروپودها حمله می‌کرده‌اند، باز هم زخمی‌کردن یک سوروپود کوه‌پیکر ساعت‌ها زمان می‌برده و سرنگون‌کردن آن نیز به صرف انرژی و وقت زیادی نیاز داشته است. زندگی این شـکارچیان غول‌پیکر، که برای صید سـوروپودها تخصص‌یافته بودند، شـاید از زندگی خویشاوندان کوچک‌ترشان بسـیار دشوارتر بوده است. آن‌ها برای زنده‌ماندن می‌بایسـت همیشـه در توانایی کامل بوده باشند تا بخت هیچ شکاری را از دسـت ندهند. ناپدیدشدن این داینوسورها از خشـکی‌های شمالی و واگذارکردن عرصه به شـکارچیان بزرگ بعدی، مثل تیرانوسورها، شاید تنها به خاطر کم‌شدن تعداد سوروپودهای غول‌پیکر در این سرزمین‌ها بوده باشد.

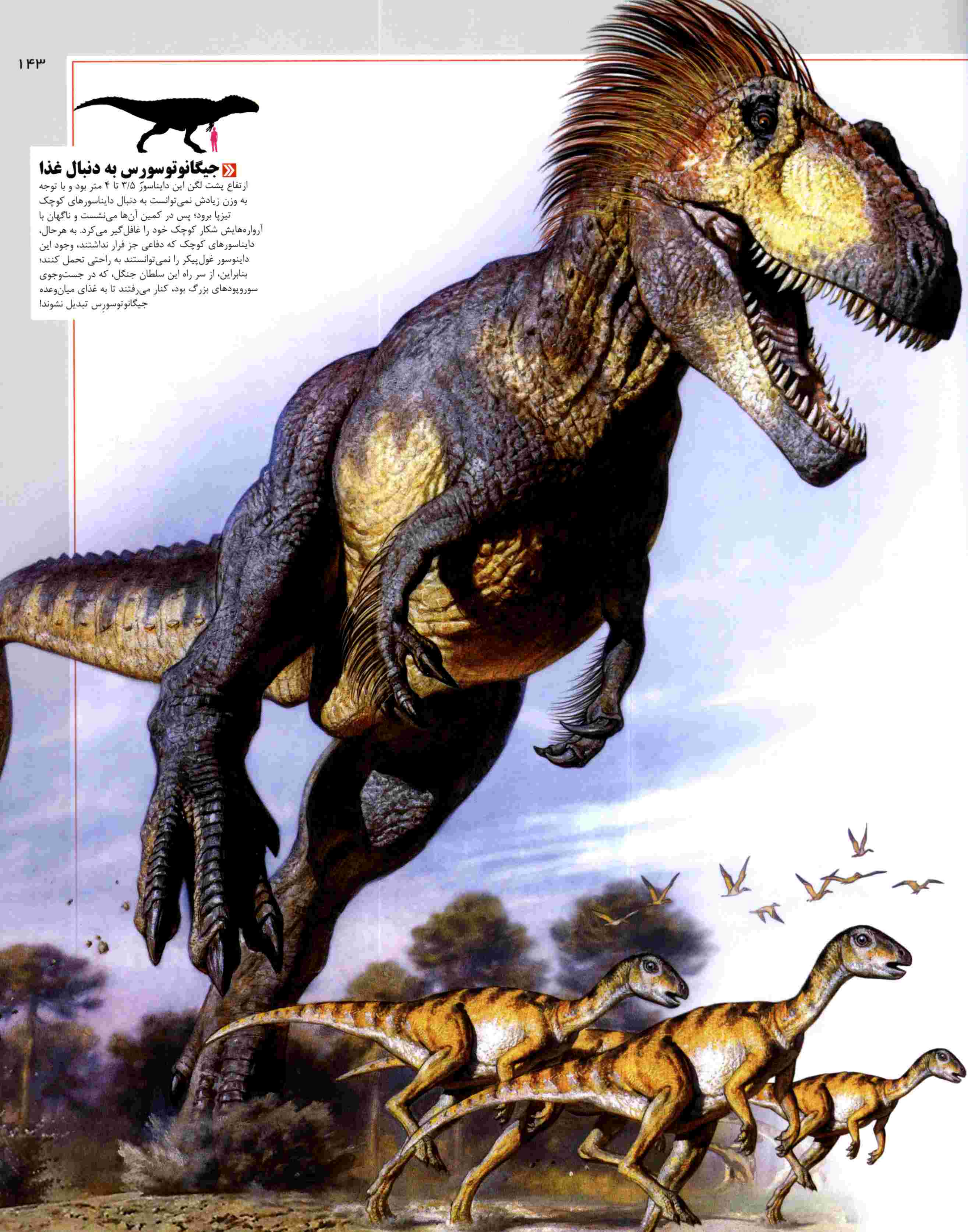
پخش نیروها در جمجمهٔ آلوسورِس

جمجمهٔ پرحفرهٔ تروپودها، مهم‌ترین سلاح آن‌ها به‌شمار می‌رفت. اغلب این حفره ها که در حقیقت سینوس‌های درون جمجمه بودند، نه تنها باعث سبکی جمجمه می‌شـدند، بلکه شـکل آن‌ها (که در هر گونه هم اندکی متفـاوت بود) طوری بود که اسـتحکام جمجمه را در برابر فشارهای شدید، مثل گازگرفتن استخوان شکار، افزایش‌می‌داد. همان‌طور که می‌بینید، نیروهای فشاری و کششی بسیار زیاد ناشی از خردکردن قطعات غذا در دهان، با هم در تعادل‌اند.



جیگانوتوسورس

به جمجمهٔ محکم، شکل لگن و دست‌های این غول توجه کنید. دستان نسبتاً کوچک جیگانوتوسورس به درد صید طعمه نمی‌خورده اما پس از کشتن شکار، برای پاره‌کردن و احتمالاً حمل‌کردن قسمت‌هایی از گوشت آن به‌کار می‌آمده است.



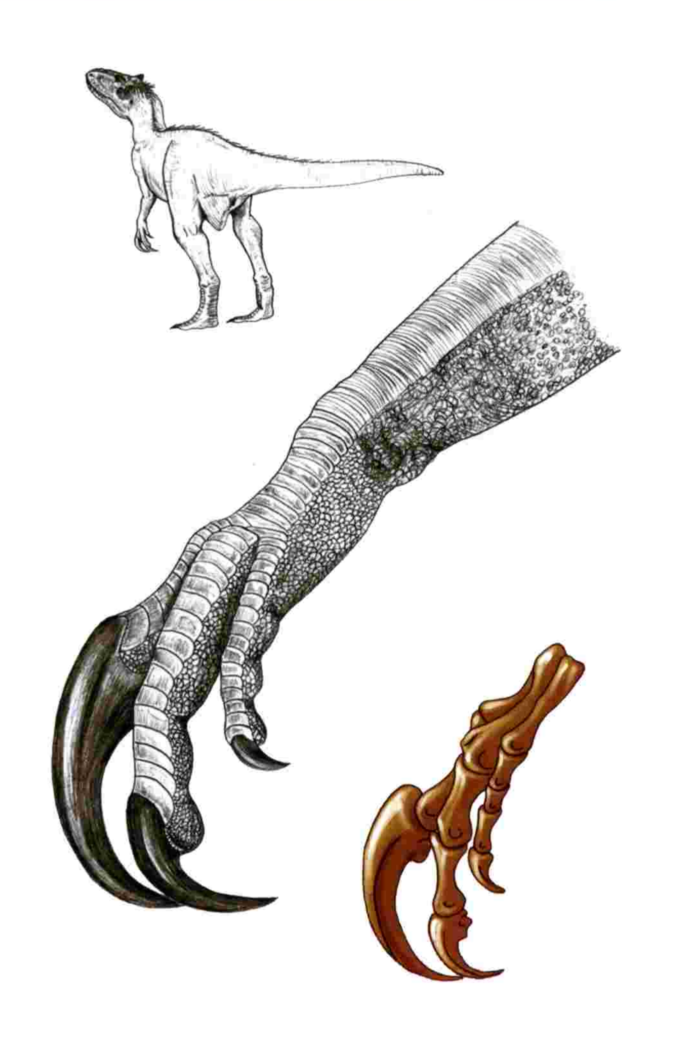
جیگانوتوسورس به دنبال غذا

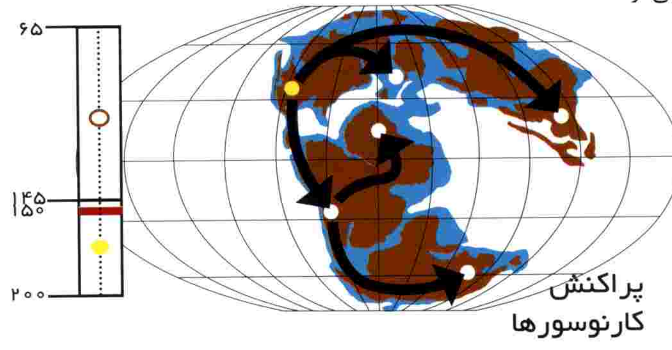
ارتفاع پشت لگن این دایناسورَ ۳/۵ تا ۴ متر بود و با توجه به وزن زیادش نمی‌توانست به دنبال دایناسورهای کوچک تیزپا برود؛ پس در کمین آن‌ها می‌نشست و ناگهان با آرواره‌هایش شکار کوچک خود را غافل‌گیر می‌کرد. به هرحال، دایناسورهای کوچک که دفاعی جز فرار نداشتند، وجود این داینوسور غول‌پیکر را نمی‌توانستند به راحتی تحمل کنند؛ بنابراین، از سر راه این سلطان جنگل، که در جست‌وجوی سوروپودهای بزرگ بود، کنار می‌رفتند تا به غذای میان‌وعده جیگانوتوسورِس تبدیل نشوند!

مگاراپتورهای قطبی

اغلب مگاراپتورها برخلاف پسرعموهای غول‌پیکرشان جثهٔ بزرگی نداشتند اما در مقیاس خود، شکارچیان بسیار مهمی بودند. آن‌ها به دلیل وزن کمترشان می‌توانستند به راحتی بدوند و از دستان خود، به‌ویژه با ناخن‌های بزرگی که داشتند، برای گرفتن شکار استفاده کنند. اُسترالووینه‌تور[1]، که در جنوبی‌ترین مناطق کرهٔ زمین می‌زیست، یکی از مگاراپتورهایی بود که مثل خرس‌های قطبی امروزی برای زیستن در سرما تخصص پیدا کرده بود. پرهای بدن این دایناسور احتمالاً به پوشش پوستین‌مانند ضخیمی تکامل‌یافته بودند و در میان برف‌های قطبی رنگی سفید داشتند.

اُسترالووینه‌تور تنها ۶ متر طول داشت و از ۱۱۲ تا ۱۰۰ میلیون سال پیش در جنوب استرالیا (که آن زمان درون مدار قطبی قرار داشت) زندگی می‌کرد. مهم‌ترین شکارهای این کارنوسور کوچک، اورنیتوپودهای قطبی مثل موتابوراسورِس[2] و لیلیناسورا[3] بودند که در طول شب قطبی بدون زمستان‌خوابی و با جدیت مشغول کندن برف‌ها و پیداکردن گیاهان بودند (← فص. ۱۵). خویشاوندان دیگر اُسترالووینه‌تور، که دارای پنجه‌هایی شبیه به این دایناسور بودند، در دیگر قسمت‌های خشکی‌های جنوبی و برخی مناطق دورافتادهٔ شمالی، مثل ژاپن، زندگی می‌کردند.





پراکنش کارنوسورها

سوخت‌وساز بدن در دایناسورها

آیا دایناسورها خون‌سرد و مارمولک‌مانند بودند یا خون‌گرم و پرنده‌مانند؟ بهتر است همین ابتدا در مورد دو اصطلاح خون‌سرد و خون‌گرم این توضیح را بدهیم که این دو واژه نه معنای دقیقی دارند، نه آن‌گونه که به ما یاد داده‌اند، مرز مشخصی میان آن‌ها وجود دارد. بهتر است به‌جای این دو عبارت، از واژه‌های دقیق‌تری استفاده‌کنیم که در مورد دو موضوع صحبت‌می‌کنند: ثابت‌بودن/متغیربودن دمای بدن و گرم‌شدن بدن، از داخل/از خارج. دمای بدن پرنده‌ها و بیشتر پستانداران ثابت است و آن‌ها گرمای بدنشان را از درون خود بدن تأمین می‌کنند. اما دمای بدن مارمولک‌ها و اغلب مارها متغیر است و آن‌ها گرمای بدنشان را از محیط خارجی می‌گیرند. ازاین‌پس به موجوداتی که دمای ثابت دارند، «پایادما»[4] و آن‌هایی که دمای بدنشان متغیر است، «پویادما»[5] می‌گوییم. همین‌طور جانورانی را که خودشان بدنشان را گرم‌می‌کنند، درون‌گرما[6] و آن‌هایی را که برای گرم‌شدن به حمام آفتاب یا رفتن به جای گرم‌تر نیاز دارند، برون‌گرما[7] می‌نامیم.

شواهدی برای سوخت و ساز

می‌توان با اطمینان گفت که سوخت‌وساز دایناسورهای مزوزوئیک به نماینده‌های امروزی آن‌ها یعنی پرندگان شبیه‌تر بوده‌است تا به کروکودیل‌ها و خزندگان دیگر. در این‌جا به برخی از شواهدی که برای این موضوع داریم، اشاره‌می‌کنیم:

الف) شواهد سوخت‌وساز بالا:

۱ - وضعیت ایستائی: قرار گرفتن پاها در زیر بدن (← فصـ. ۷)

۲ - پاهای کشیده: تنها جانوران درون‌گرما و پایادمای امروزی هستند که پاهای کشیده دارند.

۳ - راه‌رفتن روی دوپا: تنها جانوران درون‌گرما و پایادمای امروزی هستند که روی دو پا راه‌می‌روند.

۴ - توانایی خوردن حجم زیادی غذا در دایناسورهای مختلف؛ برای مثال، مفصل میان‌آرواره‌ای در تروپودها (← فصـ. ۲۹)، جداشدن مجرای تنفسی و دهان در آنکایلوسورها (← فصـ. ۱۴) و عقب‌رفتن بینی در سوروپودها (← فصـ. ۲۶-۲۸).

۵ - قلب‌های چهارحفره‌ای، که در همهٔ آرکوسوروها دیده‌می‌شود (← فصـ. ۸).

۶ - پایادمایی: بررسی ایزوتوپ‌های اکسیژن برخی دایناسورها (مثل جیگانوتوسورِس) مشخص‌می‌کند که دمای بدن در تمام نقاط تقریباً یک‌سان بوده‌است؛ بنابراین، آن‌ها پایادما بوده‌اند.

۷ - بافت‌شناسی: استخوان‌های درحال رشد همواره در حال ساخته‌شدن، بازجذب و دوباره ساخته‌شدن هستند؛ بنابراین، دو نوع بافت استخوانی نخستین و دومین وجود دارد. استخوان دومین به‌شکل مجموعه‌ای از کانال‌های خونی به نام مجراهای هاورسی[8] دیده‌می‌شود. بازجذب مجدد استخوان دومین، نوع جدیدی از بافت استخوانی، موسوم به استخوان هاورسی چگال ایجادمی‌کند. این بافت خاص در پستانداران و پرندگان درون‌گرمای امروزی و البته در دایناسورها، تروسورها (← فصـ. ۹) و سیناپسیدهای خویشاوند پستانداران (← فصـ. ۷) دیده‌می‌شود.

۸ - رشد سریع: با توجه به همین بافت‌های استخوانی می‌توان به نرخ رشد بالا در دایناسورها پی‌برد (← فصـ. ۳۷).

۹ - نسبت شکارچی و شکار (← فصـ. ۲۲).

۱۰ - جغرافیا: دایناسورهای بسیاری هستند که در مناطق قطبی می‌زیسته‌اند (← فصـ. ۱۵، ۳۱، ۳۷، ۴۴ و همین فصل)؛ یعنی جاهایی که امکان زنده‌ماندن برای خزندگان برون‌گرما و پویادما وجود ندارد.

در مقابل، نشانه‌هایی هم وجود دارند که به ما می‌گویند برخی ویژگی‌های دایناسورها به خزندگان خون‌سرد شباهت بیشتری داشته‌است، و احتمالاً میزان سوخت‌وساز بدن آن‌ها چیزی میان پرنده‌ها و کروکودیل‌ها بوده‌است.

ب) شواهد سوخت‌وساز و میانه (میان پرنده‌ها و کروکودیل‌ها):

۱ - ساختار مغز: به‌جز تروپودها و اورنیتوپودها، بهرهٔ مغزی اغلب دایناسورها در سطح کروکودیل‌ها یا کمتر بوده‌است (← فصـ. ۴۴).

۲ - فقدان فرفره‌های بینی: درون بینی پستانداران و پرندگان امروزی، استخوان‌های نازک فنرمانندی وجود دارد که در هنگام ورود و خروج هوا، باعث گرم‌شدن هوای ورودی و در هنگام خروج هوا، باعث پس‌گرفتن رطوبت هوای خروجی می‌شوند تا رطوبت‌بدن از دست نرود. تاکنون چنین ساختاری درون بینی هیچ دایناسوری کشف‌نشده‌است؛ گرچه این استخوان‌ها آن‌قدر ظریف‌اند که ممکن است در هیچ سنگواره‌ای امکان حفظ‌شدنشان وجود نداشته‌باشد.

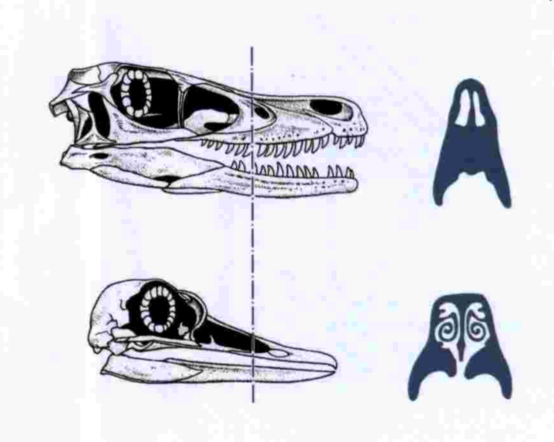
۳- وجود خطوط توقف‌رشد (← فصـ. ۳۷).

الف

ب

ج

مقطع استخوان نخستین (الف)، استخوان بازجذب‌شده (ب) و استخوان هاورسی (ج) در ران یک هادروسور.



مقطع عرضی بینی در یک ولاسی‌راپتور و یک پرندهٔ امروزی (رئا[9]).

1- *Australovenator* 2- *Muttaburasaurus* 3- *Leaellynasaura* 4- Homeotherm 5- Poikilotherm 6- Endotherm 7- Ectotherm 8- Haversian canals 9- *Rhea*

سیلوروسورها
اژدرهای پردار

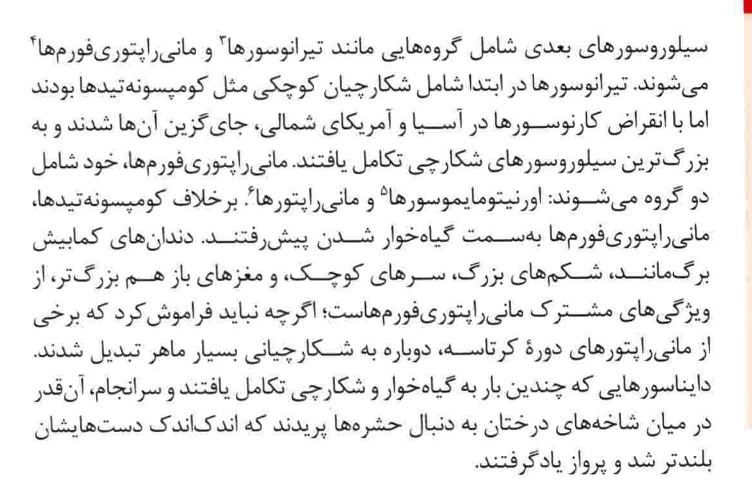
سیلوروسورها[1] متنوع‌ترین گروه از تروپودها هستند. بی‌شک بدن همهٔ آن‌ها (به‌جز انواع خیلی غول‌پیکر) پوششی از پوش‌پرهای ضخیم داشته‌است. پرهایی که در یک تبار از سیلوروسورها، به شاه‌پرهای نمایشی و سپس شاه‌پرهای پروازی تکامل یافتند. اغلب سیلوروسورها کوچک بودند اما دست کم یک خانواده از شکارچی‌های بزرگ نیز در میان آن‌ها تکامل یافتند. بسیاری از سیلوروسورها همه‌چیزخوار یا کاملا گیاه‌خوار بودند و برخی از همین انواع گیاه‌خوار نیز به اندازه‌های بزرگی رسیدند. پرندگان از نسل یکی از همین سیلوروسورهای کوچک تکامل یافتند و ساختار بدن آن‌ها تکامل‌یافتهٔ ساختار بدن سیلوروسورها محسوب می‌شود.

نخستین سیلوروسورها

در مورد رده‌بندی و تکامل سیلوروسورها نسبت به گروه‌های دیگر دایناسورها تحقیقات بسیار بیشتری انجام‌گرفته است؛ آن هم به‌دلیلی بسیار مهم و آن، وجود پرندگان است. پرندگان سیلوروسورهای زندهٔ زمان کنونی هستند و اینکه خصوصیت‌های مهم آن‌ها دقیقاً در چه‌زمانی و به چه‌صورتی ظاهر شده‌اند، بستگی زیادی به درک ما از چگونگی تکامل سیلوروسورها دارد.

کومپسونه‌تیدها[2] یکی از ابتدایی‌ترین خانواده‌های سیلوروسورها هستند. احتمال زیادی وجود دارد که نیای دیگر گروه‌های سیلوروسورها نیز حیواناتی کمابیش مشابه آن‌ها بوده باشند: شکارچی‌های کوچک ۵۰ سانتی‌متری تا ۲ متری با بدن‌هایی پوشیده از کرک‌پرهای رنگی.

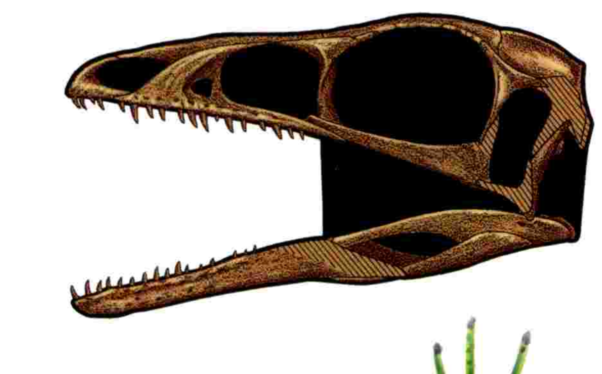
برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک سیلوروسورها عبارت‌اند از مغزها و چشم‌های نسبتاً بزرگ‌تر از تروپودهای دیگر، دستان کشیده و باریک، و پاهای بلند و دونده. از آنجا که سیلوروسورها بیشتر از دستان خود استفاده می‌کرده‌اند، استخوان جناغ، که محل اتصال ماهیچه‌های جمع‌کنندهٔ بازوهاست، در آن‌ها رشد بیشتری دارد و با دست‌کم سه دندهٔ دروغین (دنده‌های متصل به جناغ) با قفسهٔ سینه مرتبط می‌شود.



سیلوروسورهای بعدی شامل گروه‌هایی مانند تیرانوسورها[3] و مانی‌راپتوری‌فورم‌ها[4] می‌شوند. تیرانوسورها در ابتدا شامل شکارچیان کوچکی مثل کومپسونه‌تیدها بودند اما با انقراض کارنوسورها در آسیا و آمریکای شمالی، جای‌گزین آن‌ها شدند و به بزرگ‌ترین سیلوروسورهای شکارچی تکامل یافتند. مانی‌راپتوری‌فورم‌ها، خود شامل دو گروه می‌شوند: اورنیتومایموسورها[5] و مانی‌راپتورها[6]. برخلاف کومپسونه‌تیدها، مانی‌راپتوری‌فورم‌ها به‌سمت گیاه‌خوار شدن پیش‌رفتند. دندان‌های کمابیش برگ‌مانند، شکم‌های بزرگ، سرهای کوچک، و مغزهای باز هم بزرگ‌تر، از ویژگی‌های مشترک مانی‌راپتوری‌فورم‌هاست؛ اگرچه نباید فراموش‌کرد که برخی از مانی‌راپتورهای دورهٔ کرتاسه، دوباره به شکارچیانی بسیار ماهر تبدیل شدند. دایناسورهایی که چندین بار به گیاه‌خوار و شکارچی تکامل یافتند و سرانجام، آن‌قدر در میان شاخه‌های درختان به دنبال حشره‌ها پریدند که اندک‌اندک دست‌هایشان بلندتر شد و پرواز یادگرفتند.

جمجمهٔ کومپسونه‌توس[7]

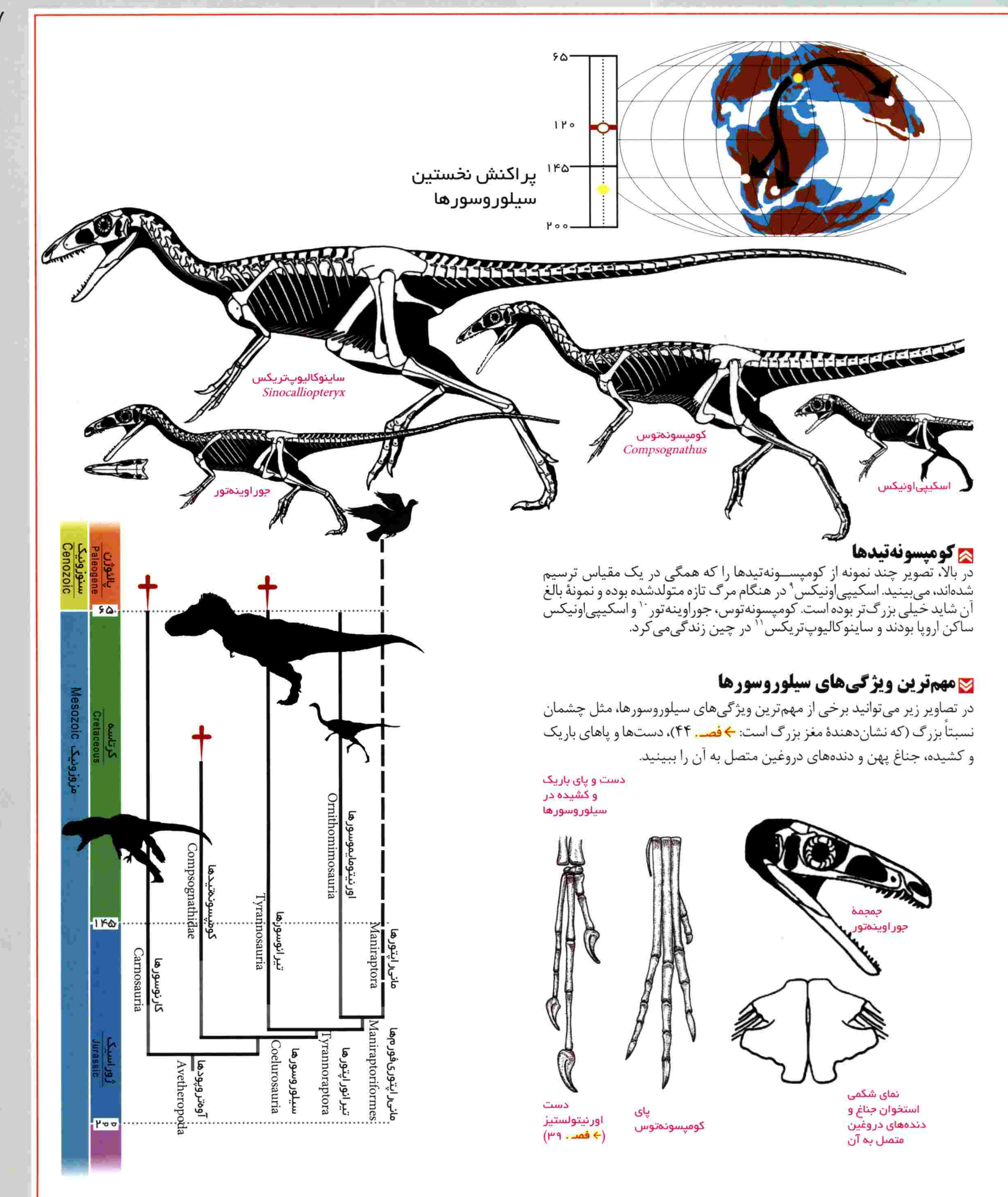
وجود دندان‌های تیز و کوچک نشان می‌دهد که حشرات، ماهی‌ها و حیوانات کوچک بیشترین بخش غذای این دایناسور ۱/۵ متری را تشکیل می‌داده‌اند. به چشم‌های درشت حیوان، که نشان‌دهندهٔ وجود مغزی بزرگ‌تر است، دقت کنید.





ساینوسوروپتریکس[8]

نخستین دایناسوری است که سنگوارهٔ پَردار آن در سال ۱۹۹۶ کشف شد و همهٔ تردیدها را در مورد پردار بودن دایناسورها و تکامل پرندگان از بین برد. این دایناسور ۱۳۰ سانتی‌متری، مثل دیگر کومپسونه‌تیدها، از حشرات و حیوانات کوچک تغذیه می‌کرد و تنها یک کیلوگرم وزن داشت. حتی رنگ پرهای این دایناسور نیز با بررسی رنگدانه‌های سنگواره‌شده مشخص شده است! دم دراز این دایناسور حلقه‌های پی‌درپی سفید و قهوه‌ای رنگ داشته و پوشش بدنش نیز ترکیب این دو رنگ بوده است. ساینوسوروپتریکس ۱۲۰ میلیون سال پیش در جنگل‌های مرطوب آسیا زندگی می‌کرد.



کومپسونه‌تیدها

در بالا، تصویر چند نمونه از کومپسـونه‌تیدها را که همگی در یک مقیاس ترسیم شده‌اند، می‌بینید. اسکیپی‌اونیکس[9] در هنگام مرگ تازه متولدشده بوده و نمونهٔ بالغ آن شاید خیلی بزرگ‌تر بوده است. کومپسونه‌توس، جوراوینه‌تور[10] و اسکیپی‌اونیکس ساکن اروپا بودند و ساینوکالیوپ‌تریکس[11] در چین زندگی می‌کرد.

مهم‌ترین ویژگی‌های سیلوروسورها

در تصاویر زیر می‌توانید برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های سیلوروسورها، مثل چشمان نسبتاً بزرگ (که نشان‌دهندهٔ مغز بزرگ است: ← فصـ. ۴۴)، دست‌ها و پاهای باریک و کشیده، جناغ پهن و دنده‌های دروغین متصل به آن را ببینید.

1- Coelurosauria 2- Compsognathidae 3- Tyrannosauroidea 4- Maniraptoriformes 5- Ornithomimosauria 6- Maniraptora 7- *Compsognathus*
8- *Sinosauropteryx* 9- *Scipionyx* 10- *Juravenator* 11- *Sinocalliopteryx*

تیرانوسورها
ببر پنهان، اژدهای غران

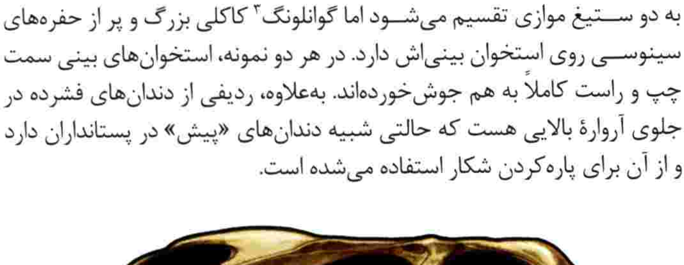
آنچه در مورد تیرانوسورها[1] شنیده‌ایم، بیشتر مربوط به گوشت‌خوارانی بسیار بزرگ و وحشتناک بوده است که جز کشتن غریزهٔ دیگری نداشته‌اند اما کشفیات چند سال اخیر، پرده از راز ابتدایی‌ترین تیرانوسورها برداشته اند: آن‌ها حیواناتی کوچک، سریع، پردار و البته ماهر در شکار بوده‌اند. در دورهٔ کرتاسه به‌تدریج با کم‌شدن شکارهای بزرگ و محبوب کارنوسورها در خشکی‌های شمالی، اثری از آن‌ها در خشکی‌های شمالی نماند و این فرصتی بود برای شکارچیان کوچک‌تر این سرزمین‌ها تا جای‌گزین کارنوسورها شوند. بنابراین، ابتدا گروهی از همان تیرانوسورهای کوچک با سرهای بزرگ‌تر و دست‌های کوچک‌تر پیدا شدند. آن‌ها سرانجام به شکارچیانی غول‌آسا تبدیل شدند که جزء بزرگ‌ترین حیوانات شکارچی تاریخ کرهٔ زمین به حساب می‌آیند؛ یعنی، خانوادهٔ تیرانوسوریدها.

پیدایش تیرانوسورها و مهم‌ترین ویژگی‌های آن‌ها

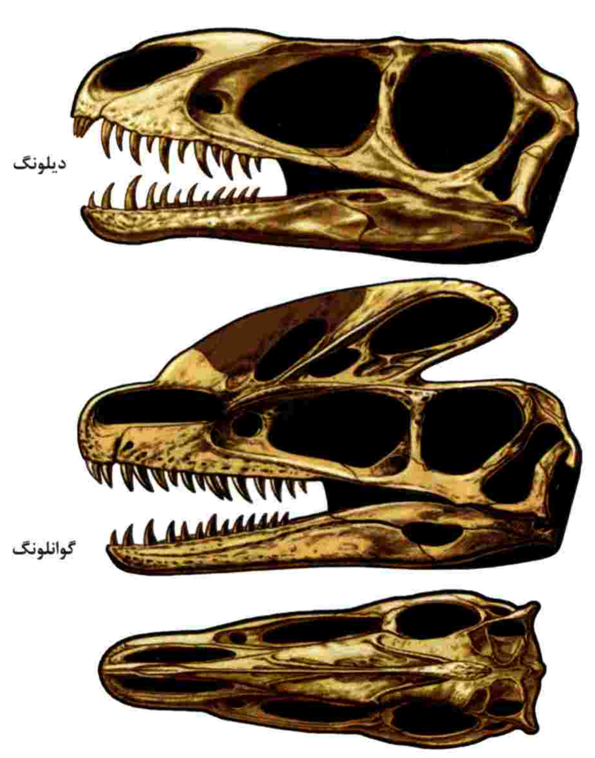
ظاهر تیرانوسورهای کوچک ابتدایی شباهت چندانی به پسرعموهای غول‌آسای چند میلیون سال بعدشان ندارد اما ویژگی‌های زیادی هست که نشان می‌دهد همهٔ آن‌ها متعلق به یک تبارند.

جوش‌خوردن استخوان‌های چپ و راست بینی به هم، وجود ردیفی از دندان‌های کوچک تیز در جلوی آروارهٔ بالایی (روی استخوان پیش‌آرواره) که ظاهری شبیه به دندان‌های «پیش» در پستانداران داشتند و نازک‌شدن استخوان سوم کف دست (و ضعیف‌شدن این استخوان) از مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک میان تیرانوسورهای کوچک و تیرانوسوریدهای غول‌پیکر است. انواع مختلفی از تیرانوسورهای ابتدایی در اواخر ژوراسیک و اوایل کرتاسه ظاهرشدند. تیرانوسورها در خشکی‌های شمالی ظاهرشدند و اغلب، ساکن اوراسیا و آمریکای شمالی بودند اما دست‌کم دو نمونه از آن‌ها پیش از جداشدن اروپا از قاره‌های جنوبی به سمت جنوب رفتند. تاکنون یک نمونه از این دایناسورها در آمریکای جنوبی، و یک نمونه در استرالیا کشف شده است (← فصـ. ۳۲).

جمجمهٔ نخستین تیرانوسورها

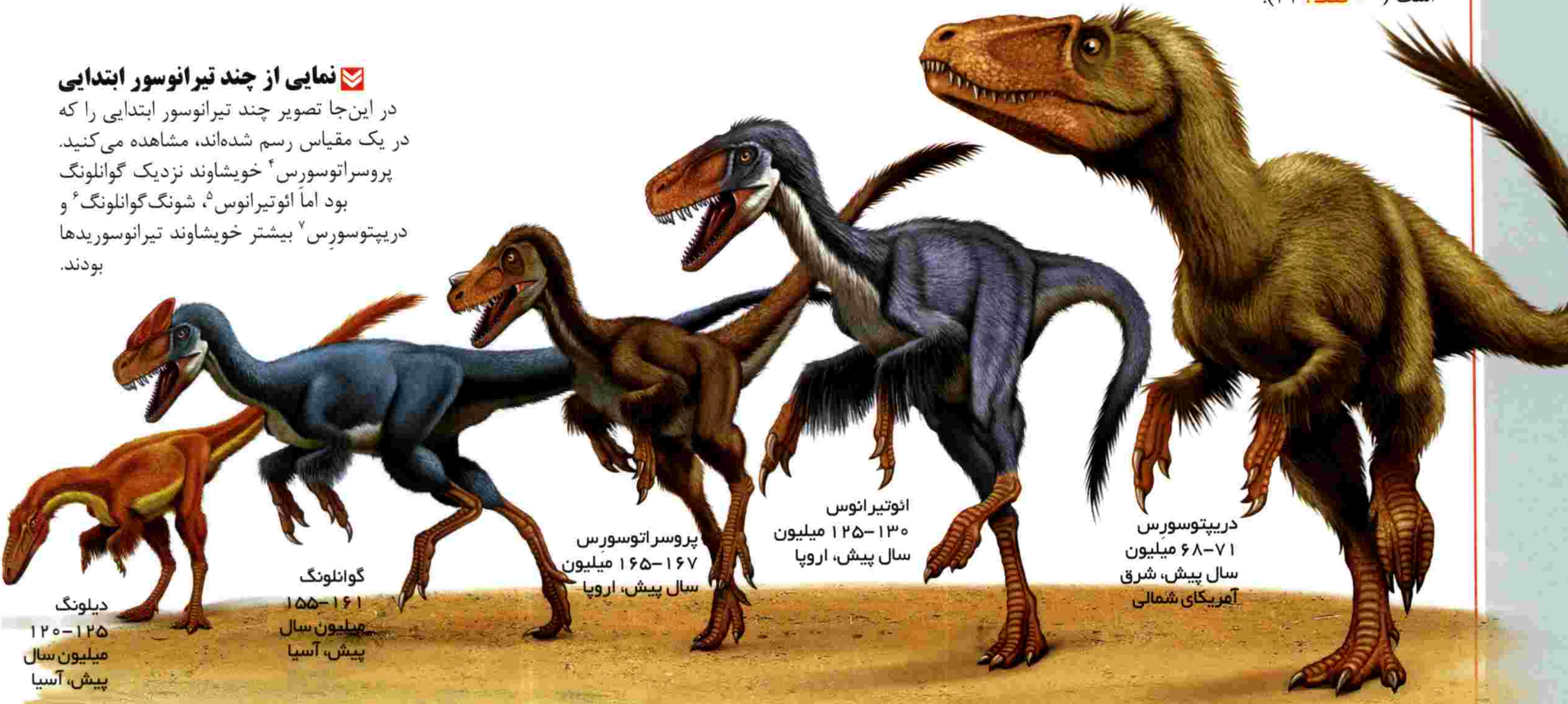


روی استخوان بینی دیلونگ[2] برجستگی کوتاهی وجود دارد که در جلوی چشم‌ها به دو ستیغ موازی تقسیم می‌شود اما گوانلونگ[3] کاکلی بزرگ و پر از حفره‌های سینوسی روی استخوان بینی‌اش دارد. در هر دو نمونه، استخوان‌های بینی سمت چپ و راست کاملاً به هم جوش‌خورده‌اند. به‌علاوه، ردیفی از دندان‌های فشرده در جلوی آروارهٔ بالایی هست که حالتی شبیه دندان‌های «پیش» در پستانداران دارد و از آن برای پاره‌کردن شکار استفاده می‌شده است.



نمایی از چند تیرانوسور ابتدایی

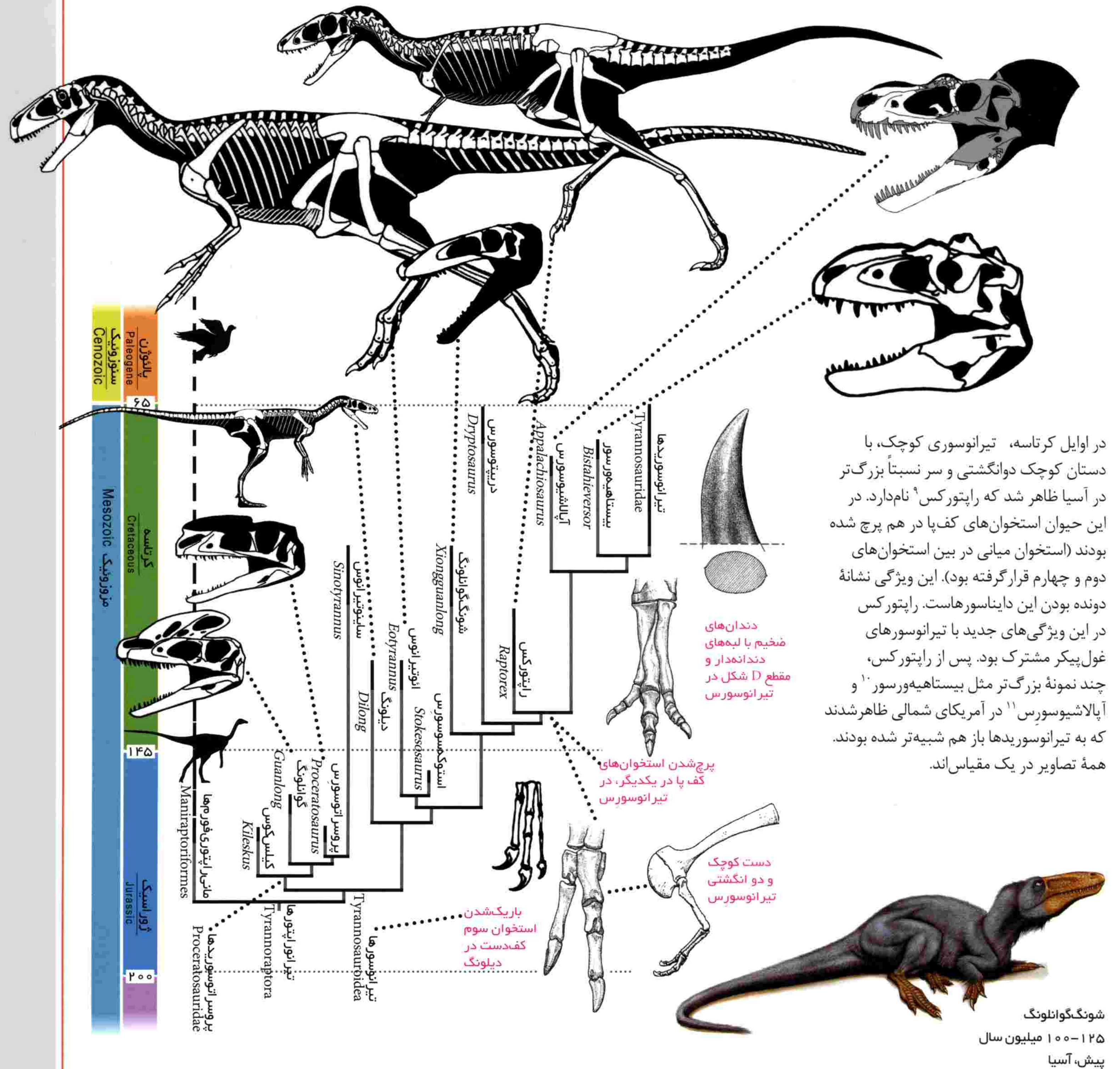
در این‌جا تصویر چند تیرانوسور ابتدایی را که در یک مقیاس رسم شده‌اند، مشاهده می‌کنید. پروسراتوسورس[4] خویشاوند نزدیک گوانلونگ بود اما ائوتیرانوس[5]، شونگ‌گوانلونگ[6] و دریپتوسورس[7] بیشتر خویشاوند تیرانوسوریدها بودند.



1- Tyrannosauroidea 2- *Dilong* 3- *Guanlong* 4- *Proceratosaurus* 5- *Eotyrannus* 6- *Xiongguanlong* 7- *Dryptosaurus*

از تیرانوسورهای ابتدایی تا تیرانوسوریدهای غول‌پیکر

نخستین تیرانوسورها تفاوت چندانی با سیلوروسورهای دیگر نداشتند و شکارچیانی کوچک و سریع با دست‌های بلند و کشیده بودند. اغلب آن‌ها کمابیش ۲ متر طول داشتند و برخی از آن‌ها شکارچیان گروهی بودند. دیلونگ، با ۱/۵ متر طول، کوچک‌ترین تیرانوسور شناخته شده است. سنگوارهٔ این دایناسور به‌وضوح دارای کرک‌پرهای ابتدایی است. پروسراتوسوریدها (پروسراتوسورس و گوانلونگ) ۳ متر طول داشتند و با کاکل‌های روی بینی‌شان شناخته می‌شوند. یک نمونه از پروسراتوسوریدها به نام ساینوتیرانوس[8]، که ۱۲۵ میلیون سال پیش در چین می‌زیست، ۱۰ متر طول داشته است. ائوتیرانوس، شونگ‌گوانلونگ و دریپتوسورس به تیرانوسوریدهای غول‌آسا نزدیک‌تر بودند و جثه‌های بزرگ‌تری داشتند. طول شونگ‌گوانلونگ ۴ متر، ائوتیرانوس ۴/۵ متر و دریپتوسورس ۶ متر بود و همهٔ این دایناسورها دستانی کمابیش بلند و سه‌انگشتی داشتند.



در اوایل کرتاسه، تیرانوسوری کوچک، با دستان کوچک دوانگشتی و سر نسبتاً بزرگ‌تر در آسیا ظاهر شد که راپتورکس[9] نام‌دارد. در این حیوان استخوان‌های کف‌پا در هم پرچ شده بودند (استخوان میانی در بین استخوان‌های دوم و چهارم قرارگرفته بود). این ویژگی نشانهٔ دونده بودن این دایناسورهاست. راپتورکس در این ویژگی‌های جدید با تیرانوسورهای غول‌پیکر مشترک بود. پس از راپتورکس، چند نمونهٔ بزرگ‌تر مثل بیستاهیه‌ورسور[10] و آپالاشیوسورس[11] در آمریکای شمالی ظاهرشدند که به تیرانوسوریدها باز هم شبیه‌تر شده بودند. همهٔ تصاویر در یک مقیاس‌اند.

شونگ‌گوانلونگ
۱۲۵–۱۰۰ میلیون سال پیش، آسیا

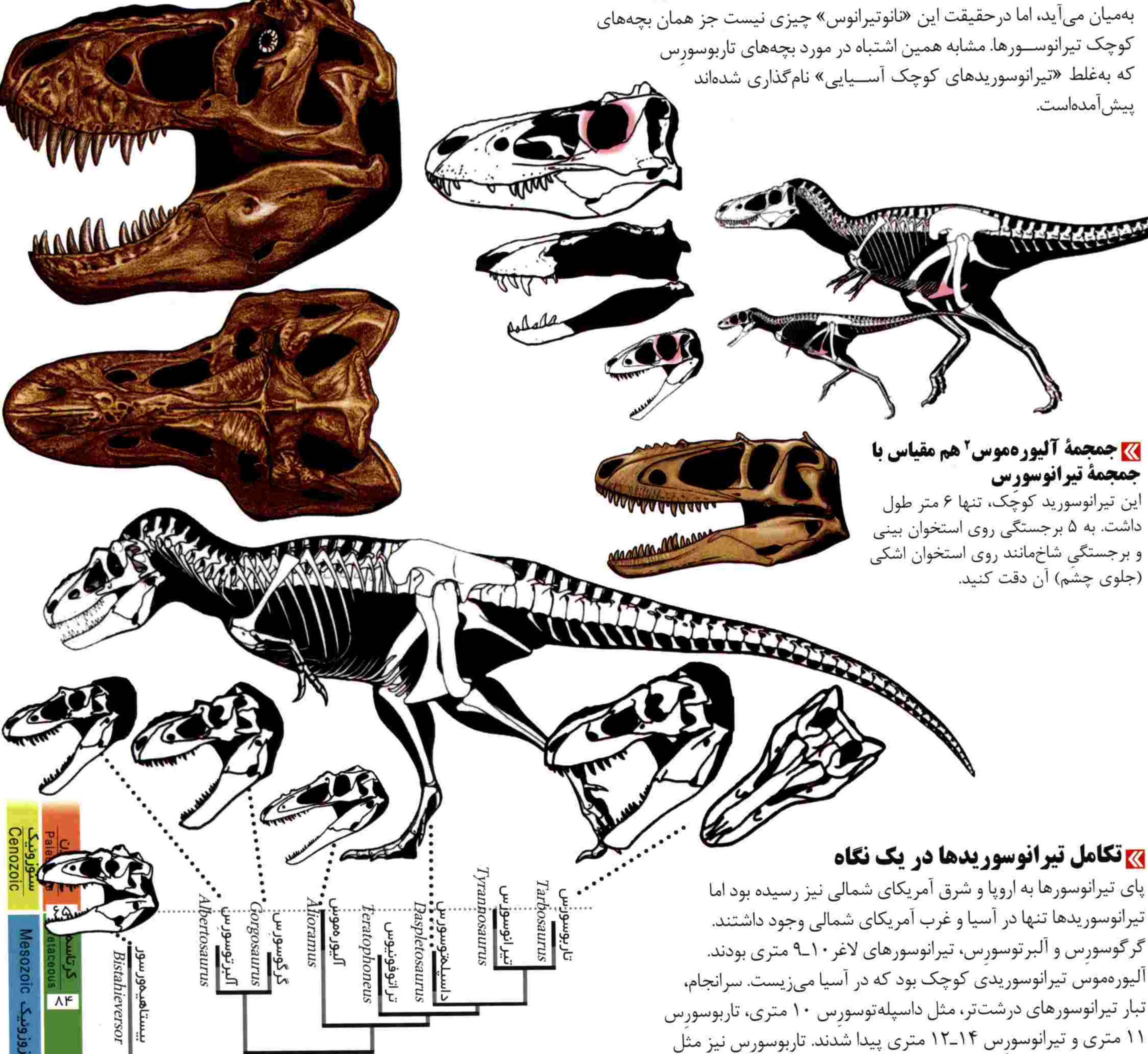
8 - *Sinotyrannus* 2- *Raptorex* 3- *Bistahieversor* 4- *Appalachiosaurus*

مورد عجیب «نانوتیرانوس»[1]

سال‌ها پیش در آمریکای شمالی جمجمه‌ای از یک تیرانوسورید کشف‌شد که هم‌عصر تیرانوسورس[3]، یعنی متعلق به ۶۵ میلیون سال پیش، بوده است. این جمجمهٔ کوچک دارای چشم‌های گرد و بزرگی بود که با تیرانوسورس بسیار تفاوت‌داشت. بنابراین، دانشمندان متوجه‌شدند که با یک تیرانوسورید جدید و کوچک (۶ متری) سروکار دارند و اسم آن را «نانوتیرانوس» گذاشتند. دانشمندان زیادی بر اینکه واقعاً گونه‌ای از تیرانوسوریدهای کوچک هم‌زمان با غول ۱۴ متری زندگی می‌کرده است، پافشاری‌کرده‌اند و حتی مستندهای زیادی ساخته شده است که در آن‌ها از خورده‌شدن بچه‌های تیرانوسورها توسط «نانوتیرانوس» صحبت به‌میان می‌آید، اما درحقیقت این «نانوتیرانوس» چیزی نیست جز همان بچه‌های کوچک تیرانوسورها. مشابه همین اشتباه در مورد بچه‌های تاربوسورس که به‌غلط «تیرانوسوریدهای کوچک آسیایی» نام‌گذاری شده‌اند پیش‌آمده‌است.

رشد جمجمه و اسکلت در تیرانوسورس

تیرانوسورس بزرگ‌ترین نمونه از خانوادهٔ تیرانوسوریدهاست. اگر جمجمهٔ تیرانوسورس را با دیگر هم‌خانواده‌هایش مقایسه کنید، متوجه برخی از آثار غول‌پیکرشدن بر استخوان‌های درشت و خشن جمجمهٔ حیوان بالغ خواهیدشد؛ درحالی که نمونه‌های جوان‌تر کمابیش شبیه به تیرانوسوریدهای دیگرند. یکی از مهم‌ترین نشانه‌های شناسایی تیرانوسورس‌های بالغ، شکل حفرهٔ چشم است که در آن‌ها گرد نیست و به سوراخ کلید شباهت‌دارد. به تغییرشکل و خشن‌شدن سطح استخوان‌های جمجمه و نیز تغییر نسبت سر و پاها به بدن، طی دورهٔ رشد توجه کنید.



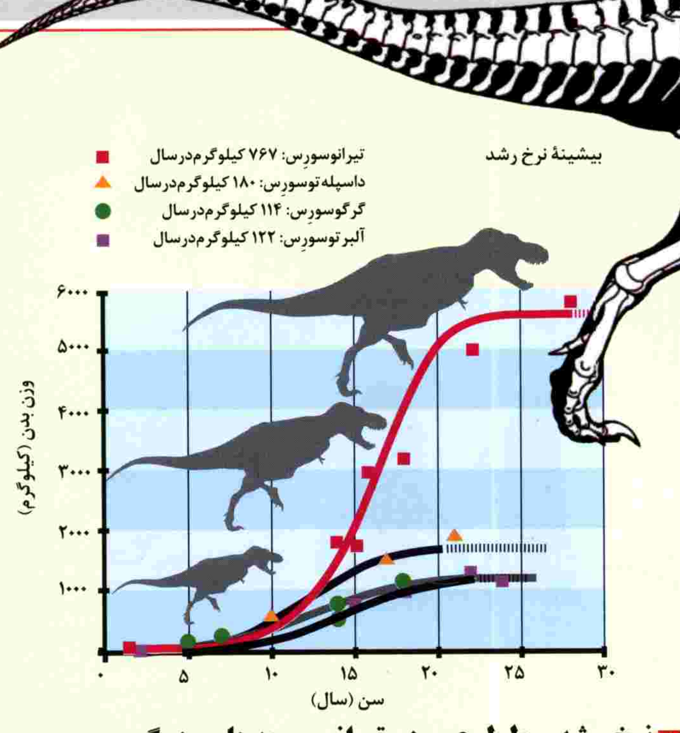
جمجمهٔ آلیوره‌موس[2] هم مقیاس با جمجمهٔ تیرانوسورس

این تیرانوسورید کوچک، تنها ۶ متر طول داشت. به ۵ برجستگی روی استخوان بینی و برجستگی شاخ‌مانند روی استخوان اشکی (جلوی چشم) آن دقت کنید.

تکامل تیرانوسوریدها در یک نگاه

پای تیرانوسورها به اروپا و شرق آمریکای شمالی نیز رسیده بود اما تیرانوسوریدها تنها در آسیا و غرب آمریکای شمالی وجود داشتند. گرگوسورس و آلبرتوسورس، تیرانوسورهای لاغر ۱۰-۹ متری بودند. آلیوره‌موس تیرانوسوریدی کوچک بود که در آسیا می‌زیست. سرانجام، تبار تیرانوسورهای درشت‌تر، مثل داسپله‌توسورس ۱۰ متری، تاربوسورس ۱۱ متری و تیرانوسورس ۱۴-۱۲ متری پیدا شدند. تاربوسورس نیز مثل آلیوره‌موس در آسیا زندگی می‌کرد. جمجمه‌های این دایناسورها را با هم و با تیرانوسورس مقایسه کنید. تصاویر در یک مقیاس‌اند.

1- "Nanotyrannus" 2- *Alioramus* 3- *Tyrannosaurus*



نرخ رشد در دایناسورها

آیا دایناسورها مانند پستانداران و پرندگان به‌سرعت رشد می‌کردند یا اینکه رشدشان مدت زیادی طول می‌کشیده است؟ چگونه‌می‌توان به این پرسش‌ها پاسخ‌داد؟ خوشبختانه با بررسی بافت‌های استخوانی سنگواره‌شده می‌توان اطلاعات زیادی از نرخ رشد و طول عمر دایناسورها به‌دست‌آورد. مقطع بسیاری از استخوان‌های دایناسورها دارای خطوط رشد است. خطوط رشد به دو دسته تقسیم می‌شوند: حلقه‌های رشد[4] و خطوط توقف‌رشد (LAC یا LAG)[5]. خطوط توقف شبیه به حلقه‌های رشدند اما ضخامت کمتری دارند و تارهای پروتئینی کمتری در اطرافشان دیده می‌شود. حلقه‌های رشد بر اثر کم‌شدن دوره‌ای نرخ رشد و خطوط توقف بر اثر توقف کامل رشد ایجادمی‌شوند.

آیا وجود خطوط و حلقه‌های رشد نشان‌دهندهٔ سوخت و ساز پایین در دایناسورهاست؟

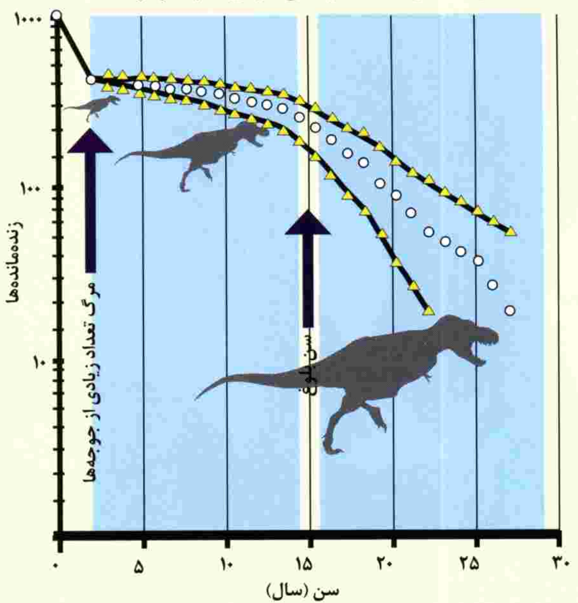
نه! به دو دلیل: ۱) حلقه‌های رشد در بسیاری از مهره‌داران، از جمله دربرخی از پستانداران، دیده می‌شوند و نشان‌دهندهٔ شرایط محیط (مثل سرما، یا کمبود منابع) هستند. ۲) خطوط رشد دایناسورها و تروسورها، برخلاف بافت استخوان خزندگان پویادما، ساختاری مشابه بافت مهره‌داران پایادما دارد. (← فصـ. ۳۵).

نرخ رشد و طول عمر در تیرانوسوریدهای بزرگ

تیرانوسورس که وزنش تا ۶ کیلو می‌رسیده است، تا ۲۸ سالگی رشد می‌کرده اما در ۱۵ تا ۲۰ سالگی بالغ‌می‌شده است. در تیرانوسوریدهای سبک‌تر نرخ‌رشد، زمان رسیدن به بلوغ و طول عمر کمتر بوده است. سرعت رشد در این دایناسورها به‌مراتب بیشتر از خزندگان بوده است.

طول عمر در تیرانوسورس

شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد تیرانوسوریدها به‌صورت دسته‌جمعی شکارمی‌کرده‌اند. وجود تعدادی تیرانوسورید از یک گونه که در کنار هم غرق شده‌اند، نشان می‌دهد (مثل شیرها) که آن‌ها در کنار یکدیگر زندگی می‌کرده‌اند؛ وگرنه در مورد جانوران قلمروطلب (مثل ببرها) تحمل یک جانور هم‌گونهٔ دیگر درون قلمرو غیرممکن است. البته علاوه بر کسب اطلاعات در مورد زندگی گروهی تیرانوسورها، اطلاعات خوب دیگری نیز از این تجمعات به دست می‌آید. برای مثال، می‌توانیم بفهمیم که تیرانوسورها در چه سنی به بلوغ می‌رسیده و اغلب در چه سنی می‌مرده‌اند؟ به‌عبارت دیگر، امید به زندگی در آن‌ها چقدر بوده است!



نرخ رشد در برخی دایناسورها، انسان و کروکودیل



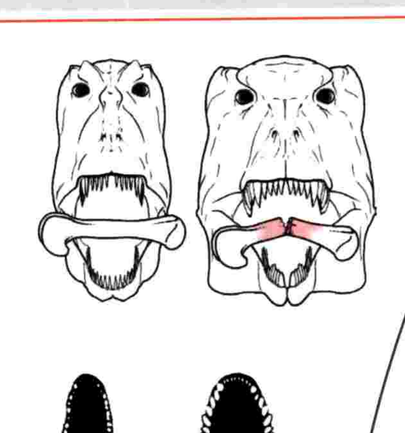
در اینجا رسیدن به بلوغ در همهٔ نمونه‌ها هم‌ارز شده است. کروکودیل‌ها، مگاپنوسورس (← فصـ. ۳۰) و مایاسورا (← فصـ. ۱۷) در ۷ سال بالغ می‌شوند. البته کروکودیل همچنان به رشدش ادامه می‌دهد؛ درحالی که رشد دایناسورها پس از بلوغ متوقف می‌شود. بلوغ انسان و ماسوس‌پوندیلوس، با وزنی ۲۰برابر انسان (← فصـ. ۲۳) ۱۵ سال طول‌می‌کشد.

امید به زندگی در آلبرتوسورس

این دایناسورها پس از تولد بخت کمی برای زنده‌ماندن داشتند (از هر هزار قطعه تنها ۴۰۰ قطعه زنده‌می‌ماندند). سپس، تا رسیدن به ۱۴ سالگی، که سن بلوغ بود، زندگی خوبی را تجربه می‌کردند و فقط نیمی از آن‌ها تا یک‌چهارمشان می‌مردند اما پس از بلوغ، میزان مرگ و میر در این داینوسورها بالا می‌رفت؛ به‌طوری که تعداد بسیار کمی از آن‌ها به ۲۰ سالگی می‌رسیدند.

4 - Annulus (pl. Annuli) 5- Lines of Arrested Growth or *lignes d'arrêt de croissance*





آرواره‌های خردکننده

در اینجا آروارهٔ تیرانوسورِس و آلوسورِس[1] با هم مقایسه شده اند. به پهنای آروارهٔ تیرانوسورِس دقت کنید. در تیرانوسورها، برخلاف بیشتر تروپودها دیگر، مفصل میان دو قسمت جلو و عقب آرواره نیز درجای‌خود ثابت شده است تا قدرت آرواره بیشتر شود (← فصـ. ۲۹). نیرویی که هر دندان تیرانوسورِس به استخوان‌های شکار واردمی‌کرده، بین ۶۴۰ تا ۱۳۰۰ کیلوگرم بوده است. بنابراین، جانور به راحتی می‌توانسته است استخوان‌های شکارش را هم بخورد و هضم‌کند.

دندان اژدها

طول دندان‌های تیرانوسورس (با احتساب طول ریشه) به ۳۰ سانتی‌متر می‌رسید. لبهٔ این دندان‌ها دارای دندانه‌های برنده‌ای بود که هر استخوانی را (از جمله استخوان‌های تیرانوسورهای دیگر) به راحتی خرد می‌کرد. در اینجا تصویر یکی از این دندان‌ها در مقیاس یک‌چهارم اندازهٔ واقعی‌اش دیده می‌شود. سایهٔ کم‌رنگ این دندان، اندازهٔ واقعی آن را نشان می‌دهد.

آیا تیرانوسورِس لاشه‌خوار بوده است؟

نداشتن توانایی دویدن، وجود پیاز بویایی خیلی بزرگ (← فصـ. ۴۴)، که نشان‌دهندهٔ حس بویایی فوق‌العاده است، و جثهٔ بزرگ تیرانوسورِس باعث شده که برخی تصور کنند که این داینوسور برخلاف خویشاوند دیگرش قادر به شکار نبوده است. البته ویژگی‌های دیگری چون دید دو چشمی نشان می‌دهد که این جانور احتمالاً شکارچی کمین‌کننده بوده است. تیرانوسورِس برای شکار طعمه‌اش، که شامل سراتوپس‌ها و هادروسورها می‌شده است، می‌ایستاد و آن‌ها را غافل‌گیر می‌کرد. احتمال دیگر این است که تیرانوسورِس‌ها به صورت گله‌ای زندگی می‌کرده و تیرانوسورهای جوان‌تر وظیفهٔ شکار را به‌عهده داشته‌اند؛ همان‌طور که شیرهای نر شکار را به عهدهٔ شیرهای ماده‌می‌گذارند. نتایج یک تحقیق بوم‌شناختی که اخیراً منتشرشده است، نشان می‌دهد که اگر تیرانوسورِس به خوردن لاشه اکتفا می‌کرد، هرگز نمی‌توانست خود را سیر کند.

نمایی از تیرانوسوریدها و خویشاوندان دوانگشتی آن‌ها

در این تصویر تیرانوسوریدها و دو خویشاوند بسیار نزدیک آن‌ها، یعنی آپالاشیوسورِس و راپتورکس، را می‌بینید. همهٔ این دایناسورها در یک مقیاس ترسیم شده‌اند. به بزرگی جثهٔ تاربوسورِس[2] و تیرانوسورِس نسبت به خویشاوندان کوچک‌ترشان دقت کنید. تیرانوسورها پردار بوده‌اند اما تیرانوسوریدهای بزرگ‌تر احتمالاً پرهای زیادی نداشته‌اند.

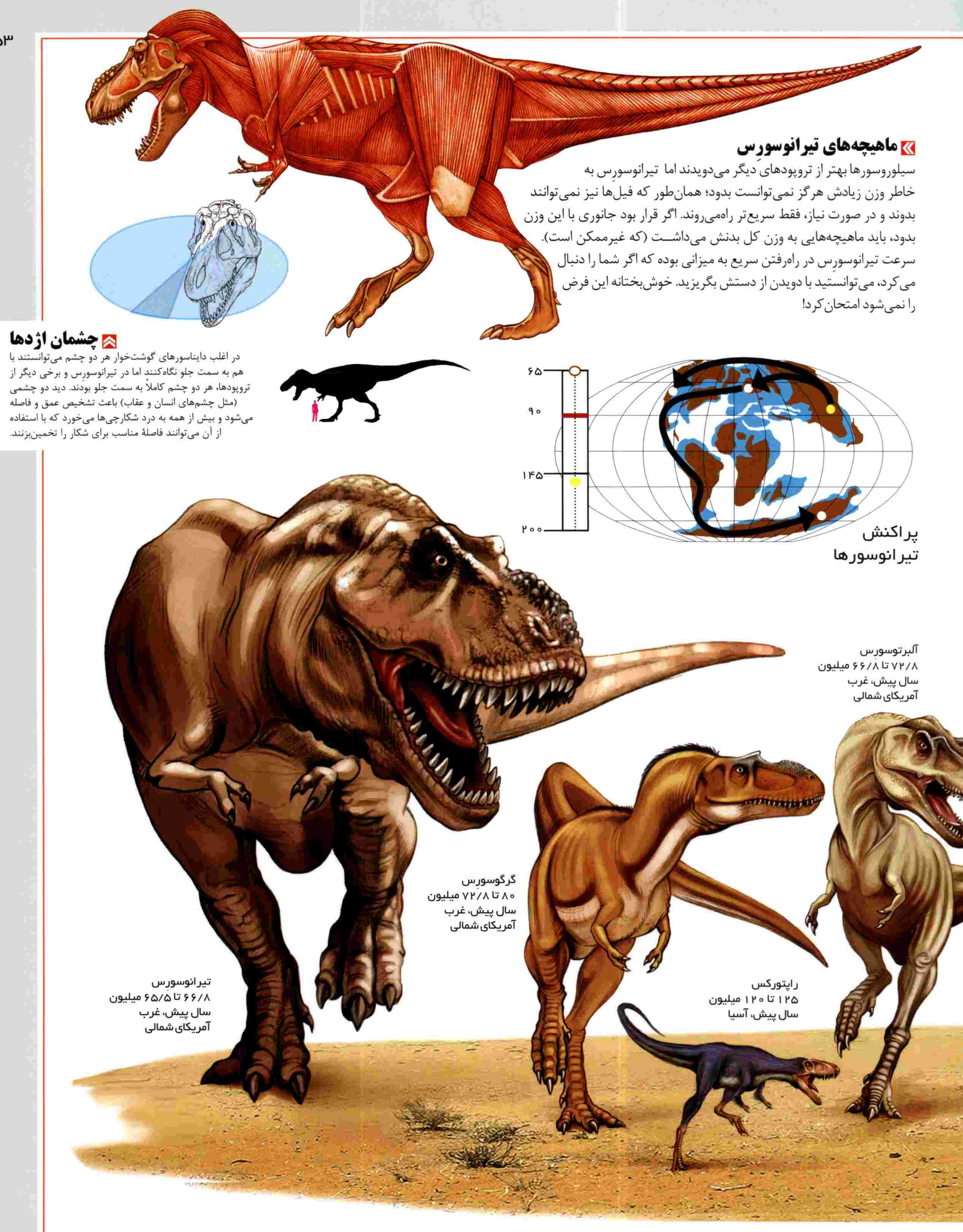
تاربوسورس
۷۰ تا ۶۸/۵ میلیون سال پیش، آسیا

داسپله‌توسورس
۸۰ تا ۷۲/۸ میلیون سال پیش، غرب آمریکای شمالی

آلیوره‌موس
۷۰ تا ۶۸/۵ میلیون سال پیش، آسیا

آپالاشیوسورس
۸۳/۵ تا ۷۶ میلیون سال پیش، غرب آمریکای شمالی

1- *Allosaurus* 2- *Tarbosaurus*



ماهیچه‌های تیرانوسورِس

سیلوروسورها بهتر از تروپودهای دیگر می‌دویدند اما تیرانوسورِس به خاطر وزن زیادش هرگز نمی‌توانست بدود؛ همان‌طور که فیل‌ها نیز نمی‌توانند بدوند و در صورت نیاز، فقط سریع‌تر راه‌می‌روند. اگر قرار بود جانوری با این وزن بدود، باید ماهیچه‌هایی به وزن کل بدنش می‌داشت (که غیرممکن است). سرعت تیرانوسورِس در راه‌رفتن سریع به میزانی بوده که اگر شما را دنبال می‌کرد، می‌توانستید با دویدن از دستش بگریزید. خوش‌بختانه این فرض را نمی‌شود امتحان کرد!

چشمان اژدها

در اغلب دایناسورهای گوشت‌خوار هر دو چشم می‌توانستند با هم به سمت جلو نگاه‌کنند اما در تیرانوسورِس و برخی دیگر از تروپودها، هر دو چشم کاملاً به سمت جلو بودند. دید دو چشمی (مثل چشم‌های انسان و عقاب) باعث تشخیص عمق و فاصله می‌شود و بیش از همه به درد شکارچی‌ها می‌خورد که با استفاده از آن می‌توانند فاصلهٔ مناسب برای شکار را تخمین‌بزنند.

بیماری‌ها و آسیب‌های دایناسورها

با مطالعهٔ بافت‌ها و دیگر آثار سنگواره‌شده از دایناسورها می‌توان به اطلاعات زیادی در مورد بیماری‌های جسمی دایناسورها، انگل‌های آن‌ها و آسیب‌هایی که در دوران زندگی به آن‌ها واردشده‌است، دست پیدا کرد. البته نباید فراموش کرد که آثار اغلب بیماری‌ها (برای مثال سرطان کبد) در استخوان‌های دایناسورها به‌جانمی‌ماند (یا با دانش کنونی ما امکان بررسی آن‌ها وجود ندارد) اما همین که متوجه وجود بافت‌های استخوانی دچار سرطان در دایناسورها می‌شویم، برای ما کافی است تا بدانیم که دایناسورها نیز به انواع این بیماری دچارمی‌شده‌اند.
برخی از شواهدی که ما را به بیماری‌های دایناسورها راهنمایی‌می‌کنند، عبارت‌اند از:

بافت‌های استخوانی

بافت‌های استخوانی دایناسورها می‌توانند حاوی نشانه‌های بیماری‌های چون سرطان، آرتریت و نقرس باشند. استخوان‌ها ساختارهای مرده و ثابت‌نیستند بلکه دائماً در حال بازجذب، بازسازی، بازآرایی و تغییرشکل‌اند. بسیاری از آسیب‌های استخوانی، نمونه‌هایی از ترمیم شکستگی‌ها هستند. نوع خاصی از شکستگی بسیار نادر که در اسب‌های مسابقه دیده می‌شود، در استخوان‌های ترای‌سراتوپس (← فصـ. ۲۱) نیز دیده شده که نشان‌دهندهٔ دویدن این دایناسورها، مانند پستانداران دونده، با سرعت زیاد است. جالب‌اینجاست که برخی از شکستگی‌های ترمیم‌یافته، در آرواره یا لگن دایناسورهای گوشت‌خوار دیده شده‌اند و نکتهٔ عجیب، زنده‌ماندن این دایناسورها بدون مراقبت دام‌پزشکان است! شاید برخی دایناسورها در گله و تحت مراقبت خویشاوندان خود می‌توانسته‌اند شرایط سخت پس از زخمی‌شدن را طی‌کنند. در بسیاری از هادروسورها (← فصـ. ۱۷) شکستگی مهره‌های دم عارضهٔ شایعی است که احتمالاً بر اثر لگدشدن دم در میان گله‌های چندهزارتایی رخ‌می‌داده است. آثار شکستگی نازک‌نی در تیرانوسوریدها نیز عارضه‌ای شایع است که احتمالاً بر اثر ضربه‌های آنکایلوسورها به‌وجود می‌آمده است (← فصـ. ۱۴). شکستگی دنده‌ها، که در تیرانوسورها فراوان دیده می‌شود، بر اثر زمین خوردن به‌وجود می‌آمده است. دست‌های کوتاه تیرانوسورها حتی برای گرفتن ضربهٔ زمین‌خوردگی هم به‌دردنمی‌خورده‌اند! آثار آرتریت و نقرس در برخی دایناسورها دیده شده است. گازگرفتگی (مثل گازگرفتگی صورت در تیرانوسوریدها)، که در رقابت‌های درون‌گونه‌ای رخ می‌دهد، هم عارضهٔ شایع دیگری در میان گوشت‌خواران است. نمونه‌هایی از استخوان‌های زخم‌خوردهٔ تیرانوسوریدها نشان‌دهندهٔ همنوع‌خواری در میان آن‌هاست (← فصـ. ۳۱ و ۳۲).

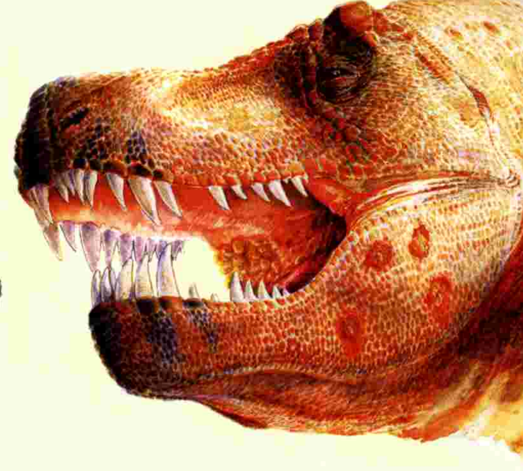
بیماری گوشت‌خوارها
تیرانوسورها نیز مثل انسان‌هایی که در خوردن گوشت افراط می‌کنند، به بیماری نقرس دچارمی‌شوند. بالارفتن غلظت اسید اوریک (فراوردهٔ حاصل از سوخت و ساز پروتئین‌ها) در خون موجب رسوب بلورهای اورات در مفاصل و التهاب دردناک آن‌ها می‌شود.


تریکوموناس، عامل بیماری خوردگی آرواره در پرندگان و تیرانوسوریدها

بیماری پرندگان

یکی از بیماری‌های شایع در پرندگان امروزی، خورده شدن استخوان‌های آرواره توسط نوعی آغازی بیماری‌زا به نام تریکوموناس[1] است. خویشاوندان این انگل در سایر موجودات، مثل انسان، قسمت‌های دیگری از بدن را درگیر می‌کنند. به جز پرندگان، هیچ حیوان دیگری دیده‌نشده که دچار عارضهٔ خوردگی آرواره شود.
دانشمندان با بررسی خوردگی‌های متعددی که در آروارهٔ تیرانوسورها دیده می‌شود، دریافته‌اند که این خویشاوندان غول‌پیکر پرندگان امروزی، دچار بیماری مشابهی می‌شده‌اند که باعث خوردگی استخوان آرواره‌اشان می‌شده است.
این بیماری مسری در اثر زندگی گله‌ای تیرانوسوریدها، خوردن گوشت شکار آلوده‌شده با دهان حیوان بیمار، گازگرفتن صورت حیوان بیمار و احتمالاً همنوع‌خواری در میان تیرانوسوریدها شایع می‌شده‌است.

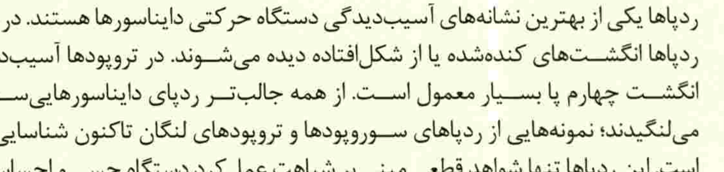

آثار خوردگی در آرواره‌های تیرانوسورِس


تیرانوسورس مبتلا به تریکوموناس

1- *Trichomonas gallinae*



ردپاها

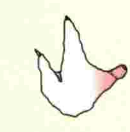


ردپاها یکی از بهترین نشانه‌های آسیب‌دیدگی دستگاه حرکتی دایناسورها هستند. در برخی ردپاها انگشت‌های کنده‌شده یا از شکل‌افتاده دیده می‌شوند. در تروپودها آسیب‌دیدگی انگشت چهارم پا بسیار معمول است. از همه جالب‌تر ردپای دایناسورهایی‌ست که می‌لنگیدند؛ نمونه‌هایی از ردپاهای سوروپودها و تروپودهای لنگان تاکنون شناسایی شده است. این ردپاها تنها شواهد قطعی مبنی بر شباهت عمل‌کرد دستگاه حسی و احساس درد میان دایناسورها و حیوانات امروزی هستند.



انگل‌ها

انواع کنه‌ها، پشه‌ها و مگس‌های بسیار شبیه به انواع امروزی، در کرتاسهٔ بالایی خون دایناسورها را می‌مکیده و قطعاً ناقل بیماری‌های خطرناکی نیز بوده‌اند. نمونه‌های زیادی از این بندپایان درون کهربا حفظ شده‌اند و متخصصان با توجه به ساختار آروارهٔ زننده و مکندهٔ آن‌ها حدس می‌زنند که این جانوران در خوردن خون دایناسورها، مثل اطراف چشم هادروسورها یا پوست زیر یقهٔ سراتوپس‌ها، تخصص‌داشته‌اند. انگل‌های داخلی هم گاهی عوارض شدیدی مثل خوردگی استخوان ایجادمی‌کرده‌اند که آثار آن در بعضی بافت‌های استخوانی به جا مانده است (مثل بیماری خوردگی آرواره در تیرانوسوریدها). در نمونهٔ دیگری که اخیراً کشف شده است، در محتویات رودهٔ یک هادروسور آثار انگل‌هایی مثل کرم‌های حلقوی و نماتودهای امروزی مشاهده می‌شود..



زواید پوستی

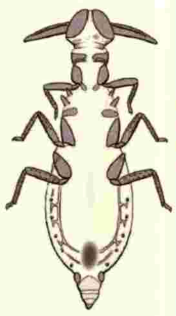
نمونه‌هایی از تخم‌های کنه‌های پرندگان امروزی روی سنگواره‌های پر به‌جا مانده از دایناسورها حفظ شده است که نشان می‌دهد این انگل‌ها مدت‌ها پیش از ظهور نخستین پرندگان، روی پرهای نیاکان آن‌ها در گشت‌وگذار بوده‌اند.

تخم انگل‌های پر
این پر سنگواره‌شده حاوی تخم همان کنه‌هایی است که امروز هم میان پر پرندگان دیده‌می‌شوند.

ردپای انگشت شکسته
این ردپا، که در سرزمین آستوریاس در شمال اسپانیا کشف شده، حاکی از شکستگی انگشت چهارم پای تروپود بزرگی است که در ژوراسیک بالایی زندگی‌می‌کرده‌است.



شپش در دورهٔ دایناسورها
این سنگوارهٔ جالب از یک شپش مربوط به کرتاسهٔ پایینی است. این حشره در آن زمان میان پرهای دایناسورها زندگی می‌کرده است.





مهره‌های جوش‌خورده
دو مهرهٔ کاملا جوش‌خورده به هم در دم یک هادروسور، از زخمی باستانی پرده‌برمی‌دارند. علت این زخم، رشد سرطانی بافت استخوانی بوده و برای صاحبش درد و رنج فراوانی ایجادمی‌کرده است.



تیرانوسورهای همنوع‌خوار
وجود این خراشیدگی‌ها روی استخوان‌های تیرانوسوریدها نشان می‌دهد که صاحب استخوان را یک تیرانوسور دیگر خورده است. این نمونه و نیز آثار مشابه روی استخوان‌های ماجونگاسورس (← فصل ۳۲) از معدود نمونه‌های نشان‌دهندهٔ همنوع خواری در دایناسورهاست.

اورنیتومایموسورها
غازهای لنگ‌دراز

اورنیتومایموسورها[1]، این دایناسورهای پرنده‌مانند و گیاه‌خوار، از جالب‌ترین تبارهای سیلوروسورها هستند. ظاهر گردن‌دراز آن‌ها و شیوهٔ زندگی‌شان کمابیش یادآور شترمرغ‌هاست. شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد اغلب آن‌ها گیاه‌خوار بوده‌اند؛ گرچه برخی نمونه‌های ابتدایی احتمالاً ماهی‌خواری می‌کرده‌اند. به جز چند نمونهٔ ابتدایی، هیچ‌کدام از اورنیتومایموسورها دندان نداشته‌اند.

پیدایش و تکامل اورنیتومایموسورها

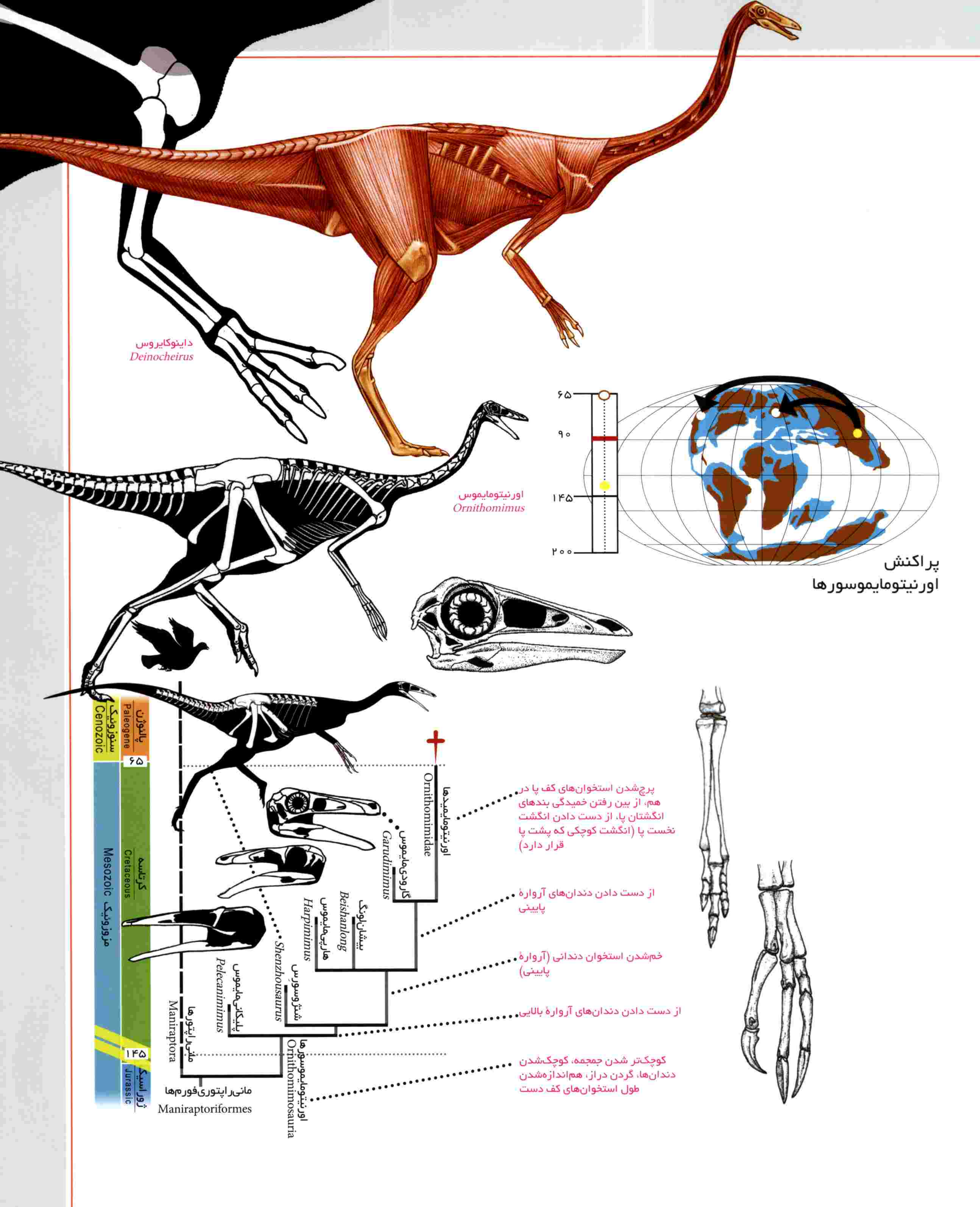
ابتدایی‌ترین اورنیتومایموسور شناخته‌شده پلیکانی‌مایموس[2] نام‌دارد. این اورنیتومایموسور ابتدایی، که ۱۳۰ تا ۱۲۵ میلیون سال پیش در اروپا می‌زیست، تنها ۱/۸ متر طول و ۳۰ کیلوگرم وزن داشت. در دهان این دایناسور ۲۲۰ دندان بسیار کوچک وجود داشتند که احتمالاً برای تغذیه از گیاهان آبزی به‌کار می‌رفتند. زیرآرواره و گردن این دایناسور، درست مثل پلیکان‌های امروزی، کیسه‌ای پوستی قرارداشت که به‌نظر می‌رسد برای نگه‌داشتن ماهی یا آبزیان کوچک بوده‌است. ویژگی‌های مشترک پلیکانی‌مایموس و دیگر اورنیتومایموسورها داشتن سرهای کوچک، گردن‌های بلند و هم‌اندازه‌بودن استخوان‌های کف دست بوده است. انواع بعدی اورنیتومایموسورها تنها در آسیا زندگی می‌کرده و بزرگ‌تر بودند. داینوکایروس[3]، که تنها دست‌هایش کشف شده‌اند، می‌بایست اورنیتومایموسوری ۱۲ متری بوده‌باشد و بیشان‌لونگ[4] که اخیراً کشف‌شده، حدود ۷ متر طول داشته‌است. طول برخی مثل شنژوسورس[5] نیز تنها ۲ متر بوده است. در مسیر تکامل اورنیتومایموسورها حرکتی به سمت از دست‌دادن دندان‌ها و پرچ‌شدن استخوان‌های کشیدهٔ کف پا به یکدیگر، دیده‌می‌شود. خانوادهٔ اورنیتومایمیدها[6]، که تنها در کرتاسهٔ بالایی ظاهرشدند، کاملاً بی‌دندان بودند و استخوان‌های کف‌پایشان (مثل برخی تیرانوسورها: ← فصـ. ۳۷، برخی آلوارزسورها: ← فصـ. ۴۱، برخی اُوی‌راپتوروسورها: ← فصـ. ۴۲ و برخی تروئودونتیدها: ← فصـ. ۴۴) به هم پرچ‌شده‌بود. برخلاف اورنیتومایموسورهای ابتدایی، خانوادهٔ اورنیتومایمیدها به جز آسیا، به غرب آمریکای شمالی نیز رفته‌بودند و اغلب ۳ تا ۶ متر طول داشتند. پیداشدن بقایای گیاهان درون شکم این دایناسورها بهترین دلیل برای گیاه‌خوار بودن آن‌هاست؛ گیاه‌خوارانی که در گله‌های کوچک و بزرگ در آسیا و آمریکای شمالی می‌چریدند.

جمجمه و ماهیچه‌های گالی‌مایموس[7]

این دایناسورهای دونده ماهیچه‌های قدرتمندی در پاهای کشیدهٔ خود داشتند که به آن‌ها کمک می‌کرد بتوانند با سرعت زیاد بدوند. طول زیاد استخوان تهیگاهی نشان‌دهندهٔ گستردگی ماهیچه‌های ران است. جمجمهٔ گالی‌مایموس و دیگر اورنیتومایمیدها کاملاً بی‌دندان بوده است. به چشم‌های بزرگ و شکل پوزه دقت‌کنید. روی پوزه را منقاری از جنس شاخ می‌پوشانده است.



گالی‌مایموس‌ها در حال فرار
یک تاربوسورس جوان در درختزاری در مغولستان ۶۸ میلیون سال پیش، یک جفت گالی‌مایموس را دنبال کرده است. محل زندگی این دایناسورها درختزارهای چهارفصل این‌چنینی بوده‌است. گالی‌مایموس با ۶ متر طول و نیم تن وزن یکی از بزرگ‌ترین اورنیتومایموسورهاست.



1- Ornithomimosauria 2- *Pelecanimimus* 3- *Deinocheirus* 4- *Beishanlong* 5- *Shenzhousaurus* 6- Ornithomimidae 7- *Gallimimus*

مانی‌راپتورها
دست‌های دراز و بال‌های کوتاه

مانی‌راپتورها[1] مهم‌ترین زیرگروه سیلوروسورها هستند. ساختار مچ دست مانی‌راپتورها آزادی حرکت زیادی به دست‌های آن‌ها می‌داد. همین نکته باعث موفقیت بیشتر آن‌ها شد؛ به‌طوری که انواع مختلفی از مانی‌راپتورها با شکل‌های مختلف دست ظاهر شدند: مانی‌راپتورهایی با ناخن‌های بلند داسی‌شکل، مانی‌راپتورهایی با دستان کوتاه حفرکننده، مانی‌راپتورهایی با دست‌های قاپ‌زننده و مانی‌راپتورهایی با دست‌های پردار که درمیان شاخه‌های درختان به این‌سو و آن‌سو می‌پریدند.

تنوع و تکامل مانی‌راپتورها

اورنیتولستیز[2] یکی از ابتدایی‌ترین مانی‌راپتورهای شناخته شده است. تروپودی دو متری با دندان‌هایی تیز و دستانی بلند که برای گرفتن شکارهای کوچک تطابق‌یافته بودند. مانی‌راپتورها به جز اورنیتولستیز، شامل دست‌کم چهار گروه دیگر از سیلوروسورهای قد و نیم قدند: تریزینوسورها[3] گیاه‌خوارانی با بدن‌های متوسط تا خیلی بزرگ که از ناخن‌های بزرگ دست‌هایشان برای کندن گیاهان استفاده می‌کردند (درست مثل سوروپودومورف‌های ابتدایی: فصل ۲۳)؛ آلوارزسورها[4] حشره‌خوارانی کوچک و پرنده‌مانند با دست‌های کوتاه و یک انگشت بزرگ؛ اُوی‌راپتوروسورها[5] گیاه‌خواران و همه‌چیزخوارانی بسیار پرنده مانند، و یومانی‌راپتورها[6] که در ابتدایی‌ترین حالت قادر به پرواز با دست‌های پردار کشیدهٔ خود بودند، اما گروه‌های متعددی از شکارچیان بزرگ ناتوان از پرواز و البته توانا در شکار از تبار آن‌ها تکامل یافتند. پرندگان امروزی یکی از زیرگروه‌های یومانی‌راپتورها هستند.

ویژگی‌های مشترک مانی‌راپتورها

اورنیتولستیز و مانی‌راپتورهای بعدی در داشتن همین نوع خاص از مفصل مچ همانند بودند: دو تا از استخوان‌های مچ دست در این تروپودها به هم جوش می‌خورند و استخوان بزرگ و گردی به نام استخوان هلالی[7] را تشکیل می‌دهند. این استخوان باعث می‌شود مچ دست زاویهٔ بازتری برای حرکت داشته باشد. همین نکته مقدمهٔ تکامل گروه‌های متنوعی از مانی‌راپتورها شد. برخی مانی‌راپتورها ویژگی‌های مشترک دیگری نیز داشته‌اند که به‌درستی مشخص نیست در نیای مشترک همهٔ آن‌ها وجود داشته یا جداگانه در گروه‌های مختلف ظاهر شده است. برگشتن استخوان شرمگاهی به سمت عقب (درست مثل اورنی‌تیسکین‌ها: فصل ۱۱) نمونه‌ای از این موارد است. در آلوارزسورها، تریزینوسورها و یومانی‌راپتورها (از جمله پرندگان امروزی) این استخوان به سمت عقب برگشته است. در حالی‌که در ابتدایی‌ترین نمونه‌های شناخته‌شده از آلوارزسورها و تریزینوسورها، همین‌طور برخی یومانی‌راپتورها و نیز اُوی‌راپتوروسورها استخوان شرمگاهی به سمت جلو آمده است. ظاهراً به عقب رفتن استخوان شرمگاهی و موازی‌شدن آن با استخوان نشیمنگاهی در اورنی‌تیسکین‌ها و تریزینوسورها به‌دلیل افزایش حجم روده‌های این گیاه‌خواران بوده، اما در آلوارزسورها و یومانی‌راپتورها، کوتاه‌شدن دم و اهمیت یافتن بیشتر ماهیچه‌های حرکت‌دهندهٔ زانو باعث به‌عقب رفتن این استخوان شده است. در فصل‌های آینده در این مورد بیشتر صحبت می‌کنیم.

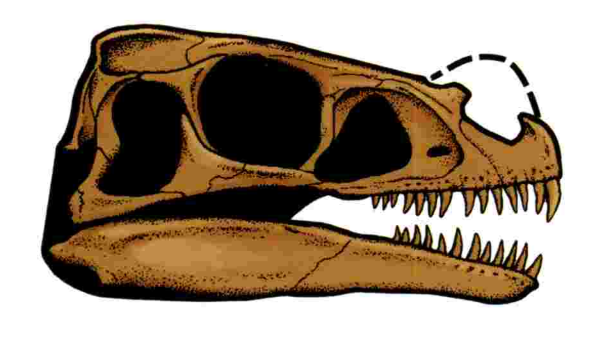


اورنیتولستیز

این شکارچی کوچک دایناسوری دیگر را صیدکرده و مثل پلنگ او را به بالای درخت کشیده است تا بخورد. اورنیتولستیز ۲ متر طول داشت و وزنش به ۱۳ کیلوگرم می‌رسید. این دایناسور ۱۵۵ تا ۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست.

جمجمۀ اورنیتولستیز

مشخص نیست که روی بینی این دایناسور شاخ وجود داشته است یا نه، اما به‌هرحال، برخی محققان از قسمت شکستۀ بینی این دایناسور چنین تصوری دارند. بعضی نیز این دایناسور را یک تیرانوسور ابتدایی می‌دانند. آیا می‌توانید با توجه به شکل دندان‌های این دایناسور نشان دهید که اورنیتولستیز، تیرانوسور نبوده است؟



پراکنش نخستین مانی‌راپتورها

استخوان‌های کتف و غرابی و مفصل استخوان بازو

بزرگ‌تر شدن مغز، رو کردن مفصل بازو و کتف به دو طرف، پیدایش شاه‌پرهای بال و دم

دست‌های بلند، استخوان هلالی در مچ دست، بزرگ‌ترشدن جناغ و ماهیچه‌های جمع‌کنندۀ بازو

استخوان هلالی در مچ دست اورنیتولستیز

پالئوژن Paleogene
سنوزوئیک Cenozoic
کرتاسه Cretaceous
ژوراسیک Jurassic
مزوزوئیک Mesozoic

اورنیتومایموسورها Ornithomimosauria
اورنیتولستیز *Ornitholestes*
تریزینوسورها Therizinosauria
آلوارزسورها Alvarezsauroidea
اُویراپتوروسورها Oviraptorosauria
یومانی‌راپتورها Eumaniraptora
متورنیت‌ها Metornithes
مانی‌راپتورها Maniraptora
مانی‌راپتوری‌فورم‌ها Maniraptoriformes

1- Maniraptora 2- *Ornitholestes* 3- Therizinosauria 4- Alvarezsauroidea 5- Oviraptorosauria 6- Eumaniraptora (Paraves) 7- Semilunate Carpal

تریزینوسورها
تنبل‌های گندهٔ پردار!

تا اواخر قرن بیستم در مورد تریزینوسورها[1] تقریباً هیچ‌چیز نمی‌دانستیم. شباهت ظاهری آن‌ها به سوروپودومورف‌های ابتدایی (به اصطلاح پروسوروپودها: ← فصل ۲۳) و اورنی تیسکین‌ها باعث شده بود که کسی متوجه صفات بارز تروپودها در این دایناسورها نشود! با کشف سنگوارهٔ یک تریزینوسور پردار، ناگهان ماهیت این دایناسورها به‌عنوان تروپودهایی بسیار نزدیک به پرندگان تأیید شد: اما این‌بار به‌عنوان تروپودهایی که خوردن گیاهان را ترجیح می‌دادند (مانند سوروپودومورف‌ها و اورنی تیسکین‌ها) و هیکل‌های بزرگشان هم در اثر تغذیه از گیاهان تا آن حد رشد کرده بود.

فالکاریوس[2]

ابتدایی‌ترین تریزینوسور شناخته‌شده، که برخلاف خویشاوندانش پاهای نسبتاً بلندتری داشت و انگشت نخست پایش کوچک بود (درست مثل بقیهٔ تروپودها). فالکاریوس ۱۳۰ تا ۱۲۵ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست و ۴ متر طول و ۱۰۰ کیلوگرم وزن‌داشت.

معمای تریزینوسورها

وقتی نخستین بار ناخن‌های داس‌مانند و ۹۰ سانتی‌متری تریزینوسورس[3] در مغولستان کشف‌شد، دانشمندان تصور کردند که با یک لاک‌پشت غول‌پیکر سروکار دارند اما اطلاعات زیادی در مورد این «لاک‌پشت» نداشتند. سگنوسورس[4] نمونهٔ بعدی این تبار بود که سنگواره‌اش در مغولستان نصیب دانشمندان می‌شد. خصوصیات استخوان‌شناسی عجیب سگنوسورس دانشمندان را باز هم به حیرت‌واداشت. آخرین چیزی که آن‌ها در مورد سگنوسورس تصورمی‌کردند، تصویری است که امروزه ما از تریزینوسورها داریم. بسیاری از دانشمندان تصورمی‌کردندکه سگنوسورس باید «حلقهٔ گم‌شدهٔ» تکامل اورنی‌تیسکین‌ها از سوروپودومورف‌ها باشد! تریزینوسورهای بعدی و بعدی هم به‌مرور کشف‌می‌شدند اما دانشمندان به‌سختی می‌توانستند در مورد خویشاوندی آن‌ها با هم یا با گروه‌های دیگر دایناسورها اظهار نظر کنند؛ زیرا سنگواره‌های کشف‌شده آن‌قدر ناقص بودند که قسمت‌های مشابه کمی در میان آن‌ها دیده‌می‌شد. تا مدت‌ها تعداد زیادی سنگوارهٔ تریزینوسور در آسیا کشف‌می‌شدند، بی‌این‌که به‌درستی شناسایی‌شوند، تا سرانجام با کشف آلشاسورس[5]، که نمونهٔ نسبتاً کامل‌تری بود، معما حل‌شد. آلشاسورس دو نکته را برای دانشمندان مشخص کرد: ۱) تریزینوسورس (همان لاک‌پشت فرضی!)، سگنوسورس، آلشاسورس و دیگر نمونه‌ها متعلق به یک تبار و خویشاوندان نزدیک یکدیگر هستند و ۲) این تبار، زیرمجموعهٔ سوریسکین‌ها و احتمالاً تروپودهاست. البته حتی پس از این کشف‌هم عدهٔ زیادی به همان فرضیهٔ «حلقهٔ گم شده» میان سوروپودومورف‌ها و اورنی‌تیسکین‌ها فکر می‌کردند اما همهٔ این حرف‌ها با کشف سنگوارهٔ پردار بای‌پیائوسورس[6] پایان‌یافت. در اواخر قرن بیستم، دانشمندان با سنگوارهٔ تعداد زیادی سیلوروسور پردار روبه‌رو شدند و به این ترتیب، تصویر ذهنی آن‌ها از این دایناسورها به‌شدت تغییرکرد. در آن زمان کسی انتظار نداشت که یک دایناسور پردار جزء سوروپودومورف‌ها یا اورنی‌تیسکین‌ها باشد (گرچه بعدها دیدیم که اورنی‌تیسکین‌ها نیز پرداشته‌اند! ← فصل ۱۱). بنابراین، همه پذیرفتند که این دایناسورهای گیاه‌خوار شکم‌گنده از تبار سیلوروسورها هستند. پس از کشف فالکاریوس و ناترونیکوس[7]، یعنی نخستین تریزینوسورها از آمریکای شمالی پژوهشگران دریافتند که تریزینوسورها در آمریکای شمالی نیز حضور داشته‌اند (و شاید همان‌جا هم پیدا شده باشند).



ویژگی‌ها و تکامل تریزینوسورها

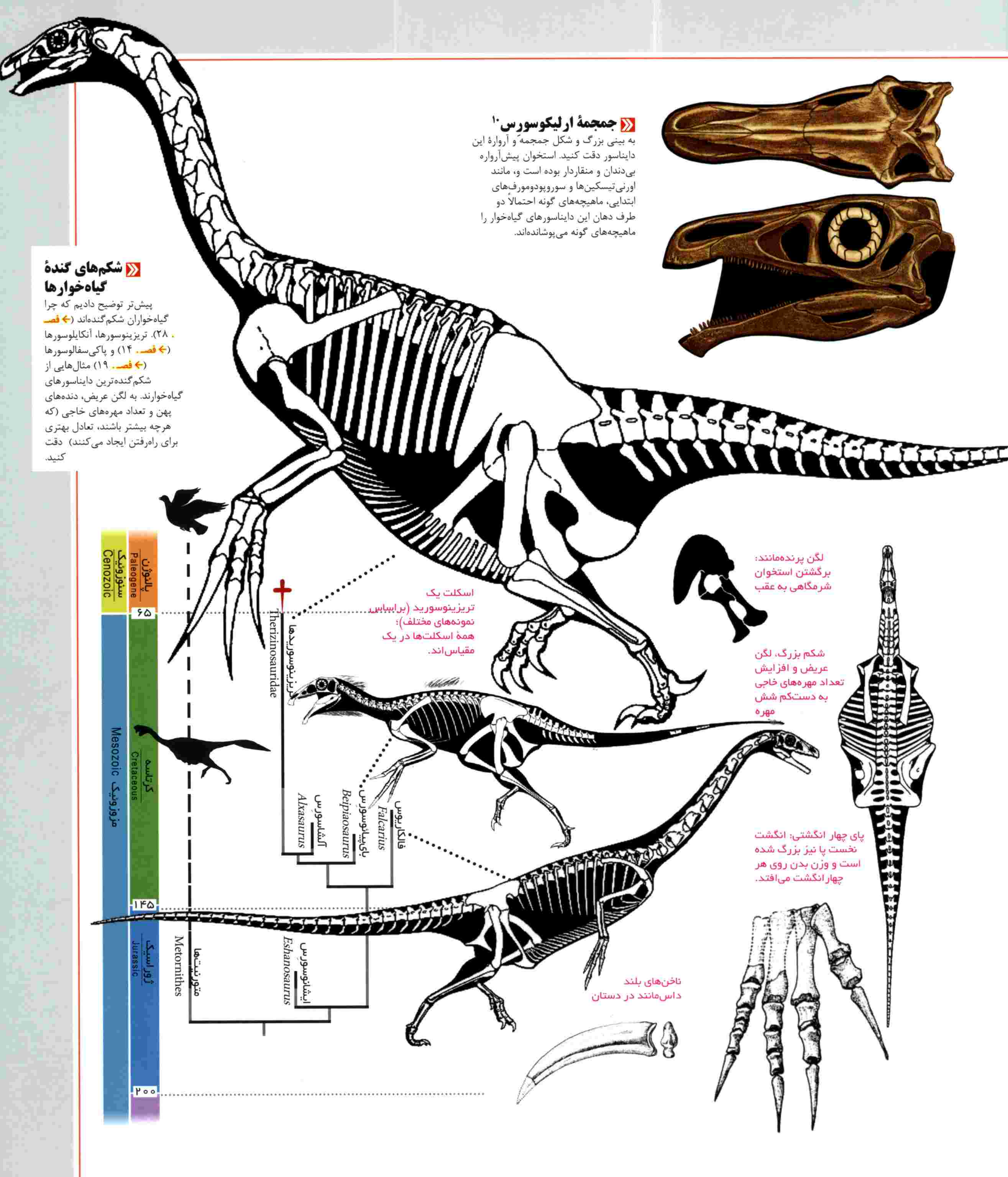
قدیمی‌ترین تریزینوسور شناخته‌شده، ایشانوسورس[8] از چین با ۱۹۹ میلیون‌سال قدمت، قدیمی‌ترین سیلوروسور شناخته‌شده نیز محسوب می‌شود. البته تنها آروارهٔ این دایناسور کشف شده است و بسیاری تصور می‌کنند که شاید ایشانوسورس یک سوروپودومورف بوده باشد. مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک تریزینوسورها سرهای کوچک و گردن‌های دراز آن‌هاست. در همهٔ آن‌ها به‌جز فالکاریوس، ناخن‌های بزرگ دستان، به‌عقب برگشتن استخوان شرمگاهی و بزرگ‌شدن انگشت نخست پا (که در نیای مشترک تروپودها خیلی کوچک شده و به‌پشت پا رفته بود) دیده می‌شود. این دایناسورها دندان‌هایی با دندانه‌های برگ‌مانند (شبیه سوروپودومورف‌های ابتدایی) و منقاری شاخی (شبیه اورنی‌تیسکین‌ها) داشتند. شکم بزرگ و به‌عقب برگشتن استخوان شرمگاهی و بسیاری ویژگی‌های دیگر هم نشان می‌دهد که آن‌ها گیاه‌خوار بوده‌اند. همهٔ تریزینوسورها، به‌جز چند نمونهٔ ابتدایی، جزء خانوادهٔ تریزینوسوریدها[9] رده‌بندی می‌شوند.

جمجمهٔ ارلیکوسورس[10]

به بینی بزرگ و شکل جمجمه و آروارهٔ این دایناسور دقت کنید. استخوان پیش‌آرواره بی‌دندان و منقاردار بوده است و، مانند اورنی‌تیسکین‌ها و سوروپودومورف‌های ابتدایی، ماهیچه‌های گونه احتمالاً دو طرف دهان این دایناسورهای گیاه‌خوار را ماهیچه‌های گونه می‌پوشانده‌اند.

شکم‌های گندهٔ گیاه‌خوارها

پیش‌تر توضیح دادیم که چرا گیاه‌خواران شکم‌گنده‌اند (← فصل ۲۸). تریزینوسورها، آنکایلوسورها (← فصل ۱۴) و پاکی‌سفالوسورها (← فصل ۱۹) مثال‌هایی از شکم‌گنده‌ترین دایناسورهای گیاه‌خوارند. به لگن عریض، دنده‌های پهن و تعداد مهره‌های خاجی (که هرچه بیشتر باشند، تعادل بهتری برای راه‌رفتن ایجاد می‌کنند) دقت کنید.



1- Therizinosauria 2- *Falcarius* 3- *Therizinosaurus* 4- *Segnosaurus* 5- *Alxasaurus* 6- *Beipiaosaurus* 7- *Nothronychus* 8- *Eshanosaurus* 9- Therizinosauridae 10- *Erlicosaurus*

پرهای تریزینوسورها

بای‌پیائوسورِس، یک تریزینوسور ابتدایی و کوچک بود. این دایناسور که کمتر از ۲ متر طول داشت و وزنش تنها ۴۰ کیلوگرم بود، ۱۲۵ـ۱۲۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. نکتهٔ جالب در مورد این تریزینوسور، حفظ‌شدن پرهایش در میان سنگواره است. به‌نظر می‌رسد که این مانی‌راپتورهای اولیه شاه‌پرهای واقعی نداشته‌اند اما پوششی از پرهای اولیهٔ بلند سطح بدن آن‌ها را می‌پوشانده است. نکتهٔ عجیب دیگر، وجود ساختاری دنبالچه‌مانند در این دایناسور است. چند مهرهٔ انتهای دم در پرندگان و برخی مانی‌راپتورها (مثل بای‌پیائوسورِس) طوری به هم جوش‌خورده‌اند که ساختاری مستحکم برای حمایت از شاه‌پرهای نمایشی انتهای دم ایجاد می‌کنند. آیا تریزینوسورها شاه‌پر هم داشته‌اند؟ فعلاً کسی نمی‌داند!

تنبل‌هایی از تبار دایناسورها

تریزینوسوریدها با ناخن‌های داسی شکل بزرگ و عادت گیاه‌خواری، بیش از هرچیز یادآور گروهی از پستانداران بی‌دندان به نام تنبل‌ها هستند. البته دلیل شباهت تریزینوسورها و تنبل‌ها «تکامل هم‌گرا»ست (← فصـ. ۳۴) و ارتباط مستقیم تکاملی میان آن‌ها وجود ندارد. تریزینوسورها، که گاهی تا ۱۰ متر رشد می‌کرده‌اند، به‌راحتی می‌توانستند در برابر حملهٔ شکارچیانی مثل تیرانوسورها (← فصـ. ۳۷) از خود دفاع کنند. در حقیقت، یک ضربهٔ دست تریزینوسورِس کافی بود تا جمجمهٔ بزرگ تاربوسورِس از هم بدرد. با وجود این، بعید است که تریزینوسورها هم مثل تنبل‌های امروزی، حیواناتی کند و احمق بوده باشند. تریزینوسورها خویشاوند نزدیک پرنده‌ها هستند؛ جانورانی با سوخت‌وساز بالاتر از پستانداران.



پراکنش تریزینوسورها

استخوان‌های دست تریزینوسورِس

ویژگی‌های مشترک سیلوروسورهای گیاه‌خوار

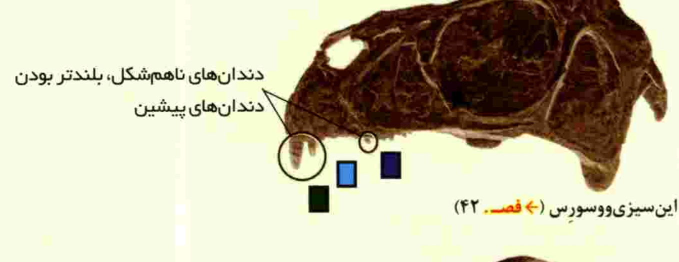
گیاه‌خواری چندین بار در گروه‌های مختلف دایناسورها تکامل یافت. سایلی‌سوریدها، اورنی‌تیسکین‌ها، سوروپودومورف‌ها آمدند و با انقراض هر گروه از اورنی‌تیسکین‌ها و سوروپودومورف‌ها، به‌سرعت گروهی از تروپودها جای‌گزین آن‌ها شدند. سرزمین آسیا در کرتاسهٔ بالایی به‌جز چند اورنیتوپود غول‌پیکر (← فصل ۱۷)، تعدادی تایتانوسور (← فصل ۲۸)، برخی سراتوپس‌ها (← فصل ۲۰)، پاکی‌سفالوسورها (← فصل ۱۹) و آنکایلوسورها (← فصل ۱۴)، شاهد حضور طیف وسیعی از تروپودهای گیاه‌خوار هم بود. پرندگان (← فصل ۴۷-۴۸) به‌عنوان یکی از زیرشاخه‌های تروپودها چندین تبار گیاه‌خوار یا دانه‌دار ـ میوه‌خوار را شامل می‌شوند. از دست‌دادن دندان‌ها در پرندگان بر اثر همین نوع تغذیه رخ‌داده است و البته پرندگان تنها تروپودهای گیاه‌خوار نبودند (← فصل ۳۲، ۳۸، ۴۰ و ۴۲).

منقار، کارآمدترین ابزار گیاه‌خواران

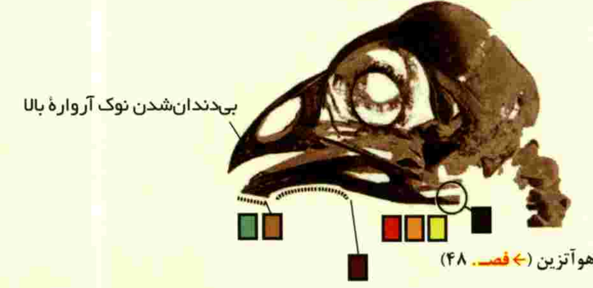
حتی منقارهای قوی و تیز طوطی‌ها هم بیشتر به درد گیاه‌خواری می‌خورد تا گوشت‌خواری. همان‌طور که در این شکل می‌بینید، طوطی به کمک زبان بزرگ و منقارش، دانه‌های سخت را به راحتی بازمی‌کند و مغز آن‌ها را می‌خورد.



اورنیتومایموس (← فصل ۳۸)



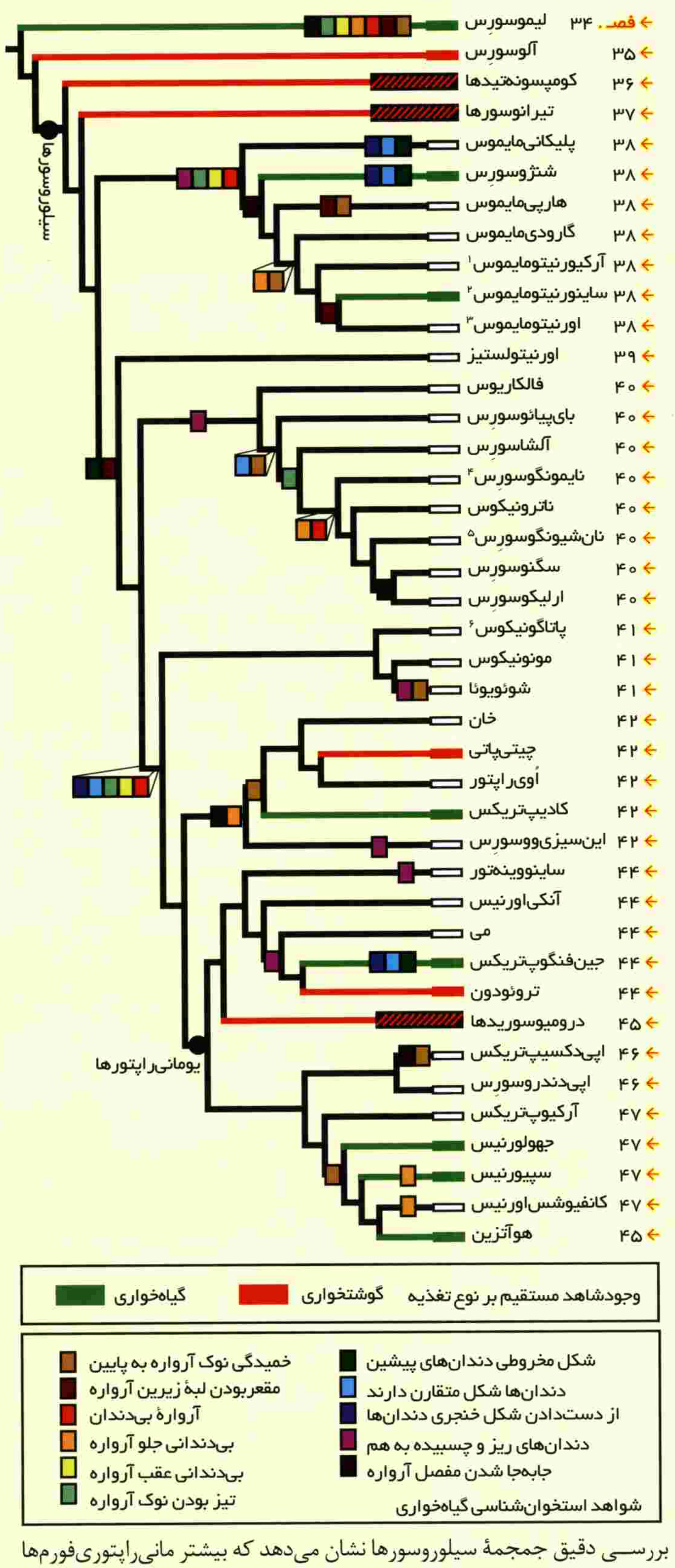
این‌سیزی‌ووسورس (← فصل ۴۲)



هوآتزین (← فصل ۴۸)

ویژگی‌های مشترک سیلوروسورهای گیاه‌خوار

در این تصویر، تعدادی از مهم‌ترین ویژگی‌های سیلوروسورهای گیاه‌خوار روی نمونه‌های به‌دست آمده مشخص شده است. نشانه‌های رنگی در راهنمای سمت چپ همین صفحه معنی شده‌اند.



بررسی دقیق جمجمهٔ سیلوروسورها نشان می‌دهد که بیشتر مانی‌راپتوری‌فورم‌ها همین ویژگی‌ها را داشته‌اند و جز چند تبار استثنایی، اغلب گیاه‌خوار بوده‌اند! در این نمودار منظور از «آرواره»، آروارهٔ پایین است.

1- *Archaeornithomimus* 2- *Sinornithomimus* 3- *Ornithomimus* 4- *Neimongosaurus* 5- *Nanshiungosaurus* 6- *Patagonykus*

آلوارزسورها
مورچه‌خورهای یک انگشتی

آلوارزسورها[1] یکی از آخرین گروه‌های سیلوروسورها هستند که دانشمندان در مورد آن‌ها اطلاعاتی کسب کرده‌اند. البته دانشمندان از یکی دو دهه پیش می‌دانستند که این جانوران وجود داشته‌اند اما اغلب تصور می‌کردند که آن‌ها گروهی از پرندگان بدون‌پرواز دورهٔ کرتاسه بوده‌اند. تنها بررسی‌های دقیق استخوان‌شناسی و درخت‌های تکاملی نشان داد که آلوارزسورها شاخهٔ مهمی از تکامل مانی‌راپتورها هستند. البته پرندگان نیز یکی از شاخه‌های مانی‌راپتورها هستند اما آلوارزسورها از تبار پرنده‌ها نبوده‌اند. جالب است که ظاهر آن‌ها فوق‌العاده به پرنده‌ها شبیه شده بود که شاید این امر به دلیل شیوهٔ دویدن پرنده‌مانند آن‌ها باشد اما تغذیه کردن از حشرات، باعث تکامل هم‌گرا میان آن‌ها و بسیاری پستانداران حشره‌خوار، به‌ویژه مورچه‌خوارها، شده بود (← فصل ۳۴).



تکامل هم‌گرا با پستانداران حشره‌خوار

این مورچه‌خوار ابریشمی[9] نیم‌وجبی با نام علمی سایکلوپس[10] امروزه در آمریکای جنوبی و مرکزی زندگی می‌کند. به شکل سر و دست‌های این موجود توجه کنید!

تکامل آلوارزسورها

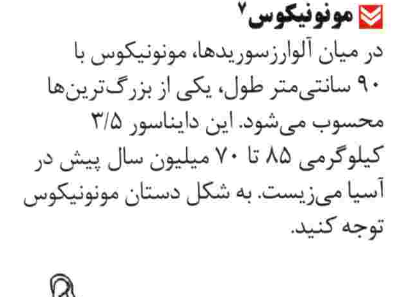
یکی از دلایل سربه‌مهر بودن راز آلوارزسورها برای ما، این بود که نمی‌دانستیم چطور ممکن است یک مانی‌راپتور به چنین حیوانات عجیبی تبدیل‌شود. دایناسورهایی کوچک با سر پرنده‌مانند و تعداد زیادی دندان‌های کوچک، دست‌های کوچک با یک انگشت بزرگ و دو انگشت تحلیل‌رفته، و پاهای دونده و لگن پرنده‌مانند (برگشتن استخوان شرمگاهی به عقب). ما در مورد تکامل این موجودات عجیب اطلاعاتی نداشتیم تا اینکه هاپلوکایروس[2] از دل صخره‌های چین بیرون‌آورده‌شد! هاپلوکایروس ابتدایی‌ترین آلوارزسور شناخته شده بود که بسیاری از این ویژگی‌ها را نداشت؛ به‌جز انگشت درشتی در دست و چند مورد دیگر که نشان می‌داد درحقیقت با یک آلوارزسور خیلی ابتدایی سروکار داریم. چندین میلیون سال پس از هاپلوکایروس به خانوادهٔ آلوارزسوریدها[3] می‌رسیم که دست‌هایی کوچک اما قوی، و پاهایی دونده داشته‌اند. در برخی آلوارزسوریدها حتی استخوان‌های کف‌پا در هم پرچ شده بودند که نشان‌دهندهٔ دونده بودن این جانوران است (← فصل ۳۸). جالب اینکه آلوارزسوریدها در آسیا پیدا شدند و به آمریکای شمالی هم رفتند اما آثار آن‌ها به‌جز این دو قاره، در آمریکای جنوبی نیز کشف‌شده است. شاید سراتوسورها[4] با دست‌های کوچک و ضعیفشان نمی‌توانستند مورچه‌خوارهای خوبی‌شوند؛ بنابراین، آلوارزسورهای آمریکای جنوبی بسیار موفق بودند. آلوارزسورین‌ها[5]، ساکن آمریکای جنوبی و پاروی‌کرسرین‌ها[6] ساکنان آمریکای شمالی و آسیا بودند. همهٔ آن‌ها لگن‌هایی پرنده‌مانند داشتند اما پرچ‌شدن استخوان‌های کف پا تنها در پاروی‌کرسرین‌ها دیده می‌شود.

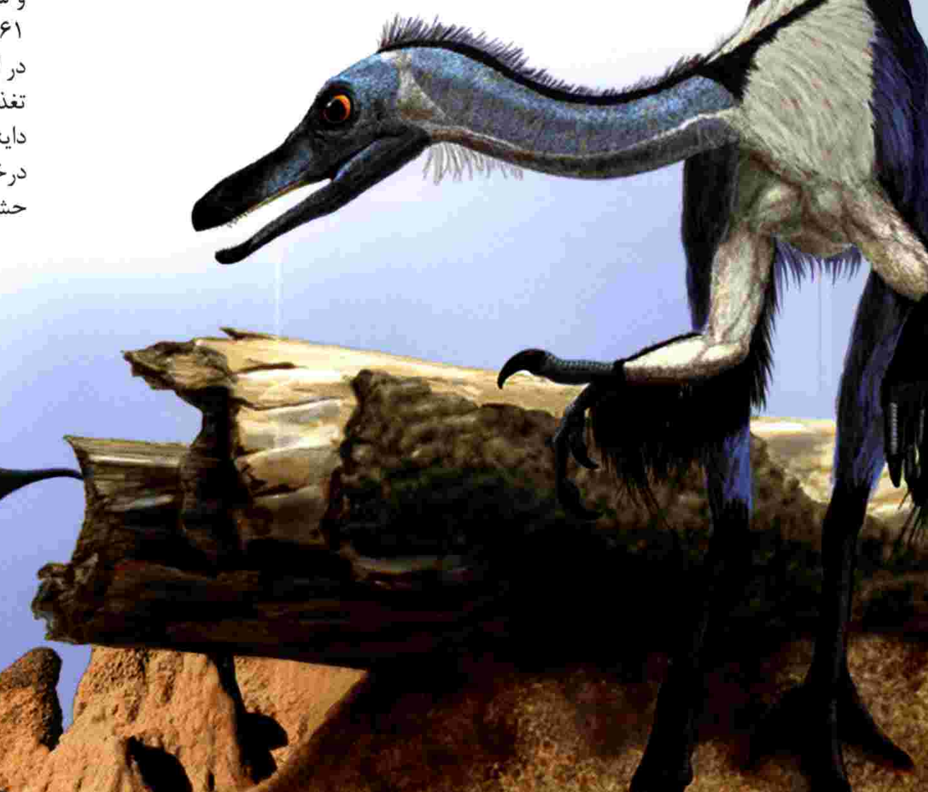
هاپلوکایروس

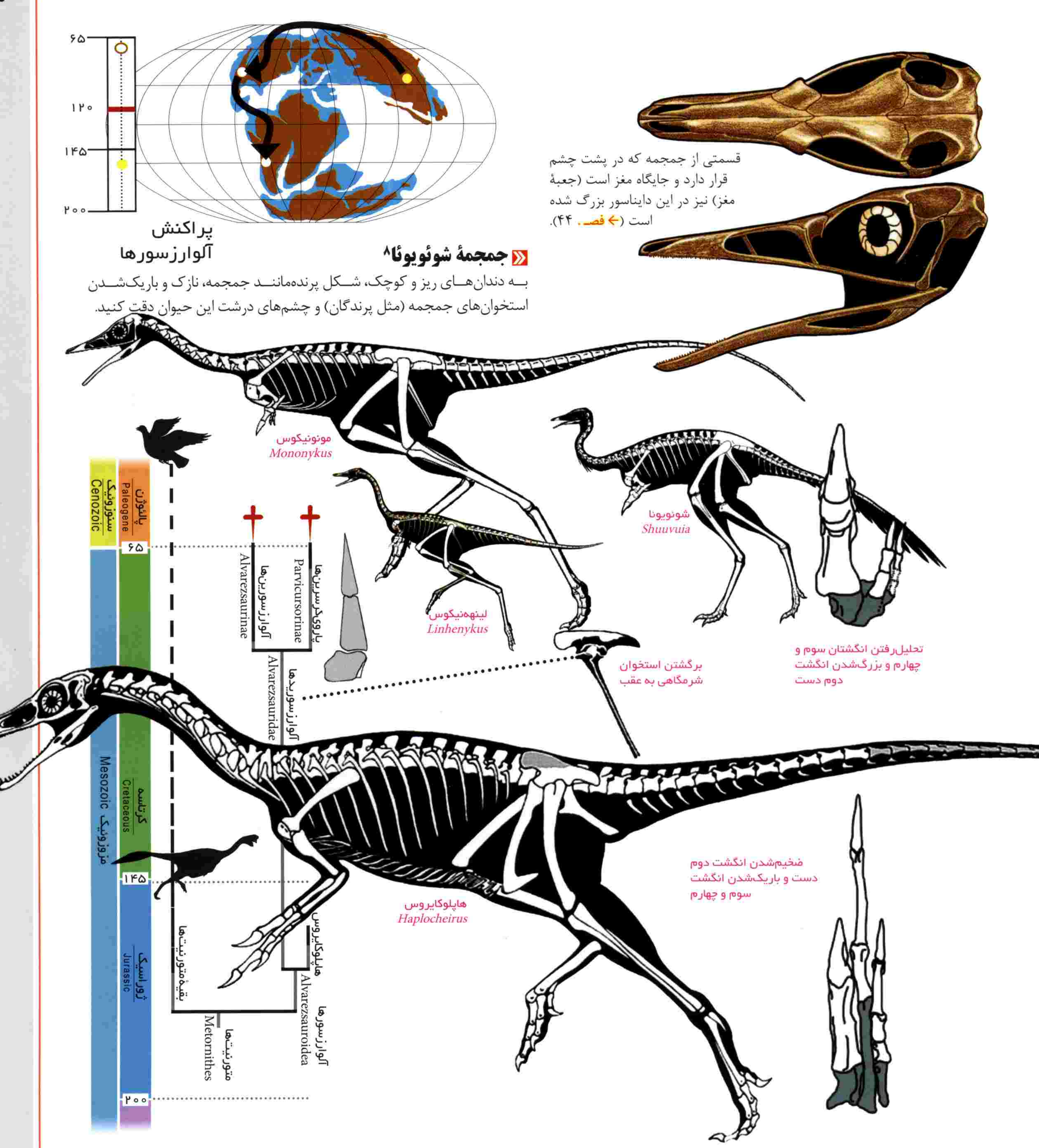
ابتدایی‌ترین آلوارزسور شناخته‌شده، سیلوروسوری با ظاهر معمولی با دو متر طول و ۲۵ کیلوگرم وزن است که ۱۶۱ تا ۱۵۵ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست و از حشرات تغذیه می‌کرد. شست بزرگ این دایناسور وسیلهٔ کندن پوست درختان و خراب‌کردن لانهٔ حشرات بود.

مونونیکوس[7]

در میان آلوارزسوریدها، مونونیکوس با ۹۰ سانتی‌متر طول، یکی از بزرگ‌ترین‌ها محسوب می‌شود. این دایناسور ۳/۵ کیلوگرمی ۸۵ تا ۷۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. به شکل دستان مونونیکوس توجه کنید.







جمجمهٔ شوئویوئا[8]

بـه دندان‌هـای ریز و کوچک، شـکل پرنده‌ماننـد جمجمه، نازک و باریک‌شـدن استخوان‌های جمجمه (مثل پرندگان) و چشم‌های درشت این حیوان دقت کنید.

1- Alvarezsauroidea 2- *Haplocheirus* 3- Alvarezsauridae 4- Ceratosauria 5- Alvarezsaurinae 6- Parvicursorinae 7- *Mononykus* 8- *Shuvuuia* 9- Silky Anteater 10- *Cyclopes*

اُوی‌راپتوروسورها
طاووس‌های شکارچی

اُوی‌راپتوروسورها[1] یکی از پرنده‌گون‌ترین تبارهای سیلوروسورها هستند. به‌دلیل وجود شاه‌پرهایی روی دست‌ها و دم‌ها، اوی‌راپتوروسورها مرغان بهشتی زمان خود بوده‌اند؛ مرغانی بهشتی با منقار طوطی یا دندان‌های خرگوشی. به احتمال زیاد، ابتدایی‌ترین اوی‌راپتوروسورها دارای قدرت پرواز بوده‌اند اما این توانایی، با کوتاه‌ترشدن دست‌های آن‌ها به‌سرعت از میان رفته است. اوی‌راپتوروسورهای ابتدایی جزء مهم‌ترین گیاه‌خواران آسیا نیز بوده‌اند؛ هرچند برخی اوی‌راپتوریدهای[2] بزرگ که میلیون‌ها سال بعد از، نسل این گیاه‌خواران تکامل یافتند، دوباره به خوردن حیوانات کوچک میل کرده بودند.

پیدایش و تکامل اُوی‌راپتوروسورها

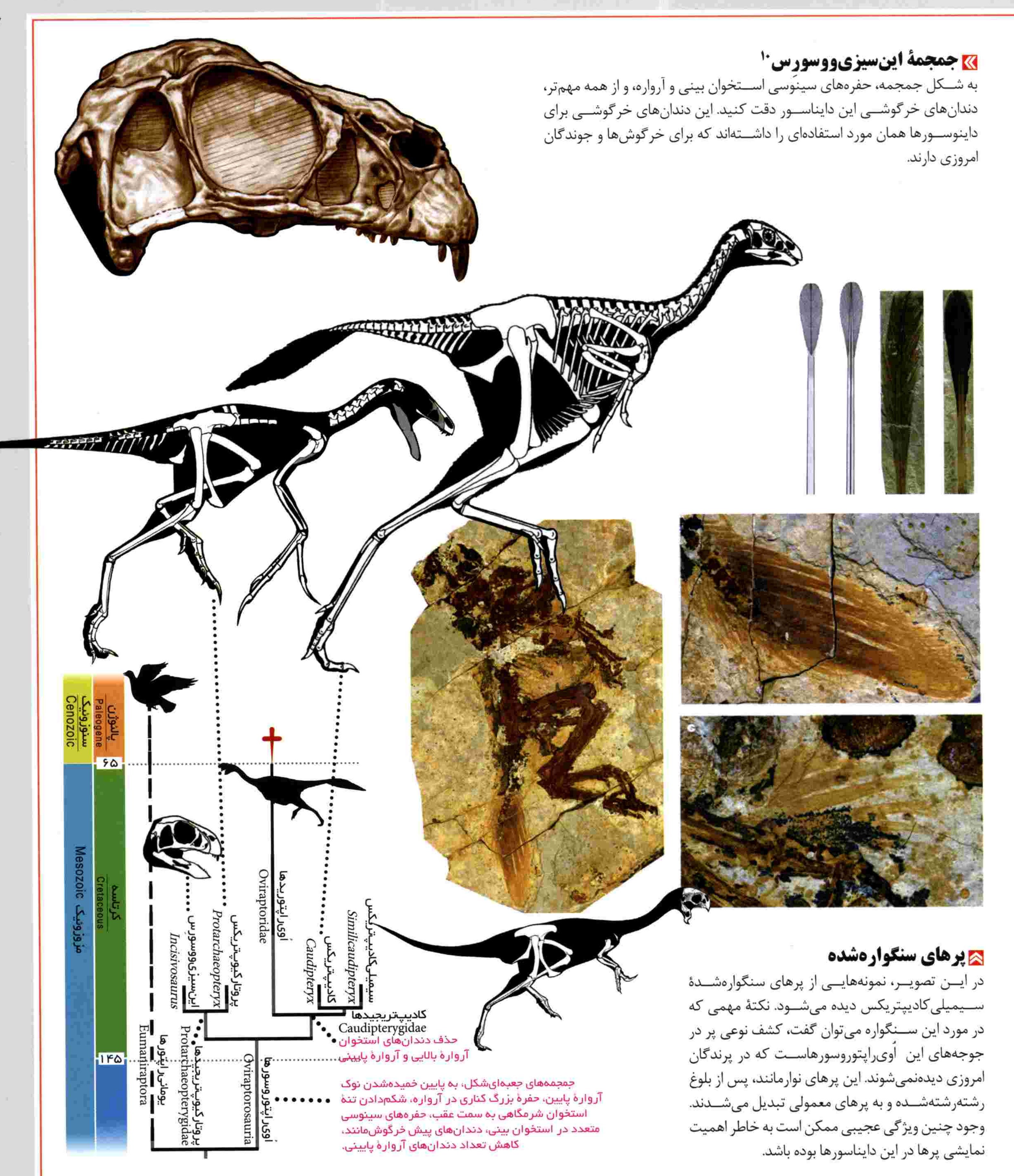
اگر برداشت کنونی ما از تکامل اُوی‌راپتوروسورها، به‌عنوان مانی‌راپتورهایی که نزدیک‌ترین خویشاوندی را با تبار یومانی‌راپتورها دارند، درست باشد، از آنجا که قدیمی‌ترین یومانی‌راپتورها در ژوراسیک زندگی می‌کردند (← فصـ. ۴۳-۴۴)، اُوی‌راپتوروسورها نیز می‌بایست در ژوراسیک تکامل‌یافته باشند؛ مگر این‌که بعداً مشخص‌شود این «نظریه» نادرست است (← فصـ. ۴۷). به‌هرحال، تاکنون آثاری از اُوی‌راپتوروسورها در ژوراسیک پیدا نشده و قدیمی‌ترین نمونه‌های آن‌ها شامل دو خانوادهٔ پروتارکیوپ‌تریجیدها[3] (۱۲۸-۱۲۰ میلیون سال پیش) و کادیپ‌تریجیدها[4] (۱۲۵-۱۱۰ میلیون سال پیش) است. هر دو خانواده شامل دایناسورهایی ۷۰ تا ۹۰ سانتی‌متری با بدن‌هایی پرنده‌مانند و پوشیده از پرهای رنگارنگ، دم‌های نسبتاً کوتاه و دندان‌های خرگوشی مناسب برای صرف انواع غذاهای گیاهی بوده‌اند. پروتارکیوپ‌تریجیدها دست‌های خیلی درازتری داشتند که با وجود شاه‌پرهای بلند، عملاً بال‌هایی مناسب برای پرش‌های نسبتاً بلند میان شاخه‌های درختان بودند اما کادیپ‌تریجیدها و اُوی‌راپتوروسورهای بعدی (اُوی‌راپتوریدها) دست‌های نسبتاً کوتاه‌تری داشتند که یادآور بال‌های کوتاه پرندگان بی‌پرواز امروزی است. اُوی‌راپتوریدها دندان‌های خود را کاملاً از دست‌دادند و درعوض، منقارهای طوطی‌مانند محکمی یافتند که آن‌ها را قادر به تغذیه از طیف وسیعی از غذاها می‌کرد. تنوع اُوی‌راپتوریدها در کرتاسهٔ بالایی بسیار چشمگیر است. برخلاف دو خانوادهٔ ابتدایی که تنها در آسیا یافت می‌شوند، اُوی‌راپتوریدها به آمریکای شمالی نیز رفتند و نمونه‌های مشکوک منسوب به آن‌ها از آمریکای جنوبی هم کشف‌شده است. تنوع جثه در اُوی‌راپتوریدها بسیار بیشتر است. برخی از آن‌ها ۱/۵ متر و برخی نمونه‌های استثنایی ۹ متر طول داشتند! برخی از اُوی‌راپتوریدها دارای سرهایی جعبه‌مانند و برخی نیز دارای برجستگی‌هایی کاکل‌مانند در بالای سر خود بودند. گروهی از آن‌ها نیز پاهایی دونده داشتند و به‌ویژه استخوان‌های کف پاهایشان به هم پرچ شده بودند (← فصـ. ۳۷، ۳۸، ۴۱ و ۴۴). اُوی‌راپتوریدها دست‌کم سه تبار اصلی داشتند: المی‌سورین‌ها[5]، اُوی‌راپتورین‌ها[6] و اینجنی‌ئین‌ها[7]. المی‌سورین‌ها مجموعه‌ای از اُوی‌راپتوریدهای کوچک و بزرگ بودند که در آمریکای شمالی و آسیا زندگی می‌کردند اما اُوی‌راپتورین‌ها و اینجنی‌ئین‌ها تنها ساکن آسیا، به‌ویژه مغولستان، بودند. قبلاً تصور می‌شد که تنها اُوی‌راپتورین‌ها دارای کاکل‌های بزرگ بوده‌اند اما دست کم یک نمونه از اینجنی‌ئین‌های دارای کاکل نیز کشف‌شده است (نمگتومایا[8]).





جوجه‌خرگوش پردار و مادرش
سیمیلی‌کادیپ‌تریکس[9] یکی از عجیب‌ترین دایناسورهای پردار است. نوع پرهایی که روی بدن جوجه‌های این دایناسورهای پردار دیده می‌شود، در هیچ‌یک از پرندگان امروزی وجود ندارد. ظاهراً پر در دایناسورها تنوع بیشتری یافته و تنها بخشی از این تنوع به دورهٔ ما رسیده است.

1- Oviraptorosauria 2- Oviraptoridae 3- Protarchaeopterygidae 4- Caudipterygidae 5- Elmisaurinae 6- Oviraptorinae 7- Ingeniinae
8- *Nemegtomaia* 9- *Similicaudipteryx*



جمجمهٔ اینسیزی‌ووسوروس[10]

به شکل جمجمه، حفره‌های سینوسی استخوان بینی و آرواره، و از همه مهم‌تر، دندان‌های خرگوشی این دایناسور دقت کنید. این دندان‌های خرگوشی برای دایناسورها همان مورد استفاده‌ای را داشته‌اند که برای خرگوش‌ها و جوندگان امروزی دارند.

پرهای سنگواره‌شده

در این تصویر، نمونه‌هایی از پرهای سنگواره‌شدهٔ سیمیلی‌کادیپتریکس دیده می‌شود. نکتهٔ مهمی که در مورد این سنگواره می‌توان گفت، کشف نوعی پر در جوجه‌های این اُوی‌راپتوروسورهاست که در پرندگان امروزی دیده‌نمی‌شوند. این پرهای نوارمانند، پس از بلوغ رشته‌رشته‌شده و به پرهای معمولی تبدیل می‌شدند. وجود چنین ویژگی عجیبی ممکن است به خاطر اهمیت نمایشی پرها در این دایناسورها بوده باشد.

10 - *Incisivosaurus*



جمجمهٔ چیتی‌پاتی[1]

این اُوی‌راپتورین ۲/۷ متری و ۷۵ کیلوگرمی ۸۶ تا ۷۰ میلیون سال پیش در جنگل‌های مرطوب و موسمی آسیا می‌زیست. به شکل کاکل (از نمای کناری و پشتی) و حفره‌های سینوسی درون آن و نیز به آروارهٔ این دایناسور توجه کنید. روی آرواره‌ها را منقاری از جنس شاخ‌می‌پوشانده است.

مغولستان در ۷۰ میلیون سال پیش

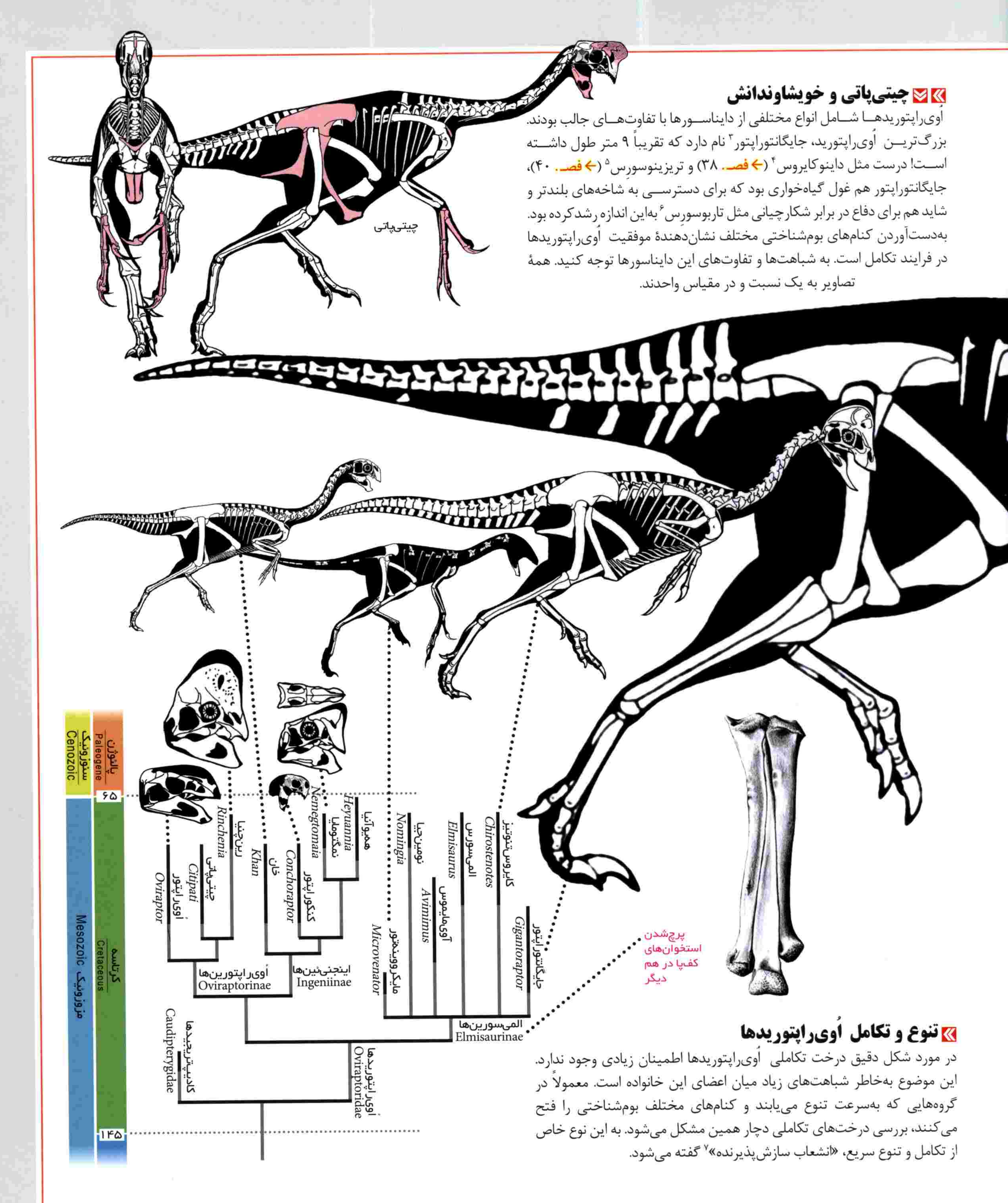
سرزمین مغولستان در کرتاسهٔ بالایی به جنگل‌های بارانی امروز در جنوب شرقی آسیا شبیه بوده‌است. جنگل‌هایی سرشار از پرندگان و موجودات پرنده‌مانندی که در هر گوشه به دنبال میوه‌ها و شکارهای کوچک می‌گشتند و با پرهای رنگارنگ خود به هم هشدار می‌دادند. اُوی‌راپتوریدها جزء مهم‌ترین دایناسورهای آن دوران بوده‌اند و تنوع چشمگیر آن‌ها نشان‌دهندهٔ شرایط مساعد آن زمان است. با وجود این اگر به درخت تکاملی آن‌ها نگاه کنید، می‌بینید که اغلب آن‌ها چند میلیون سال پیش از پایان دورهٔ کرتاسه منقرض شده‌اند. در حقیقت، روندی تدریجی و مرموز باعث از بین رفتن نسل این دایناسورهای زیبا شده است، نه صرفاً شهاب‌سنگی آسمانی. در جلو تصویر چیتی‌پاتی و در پس‌زمینه کنکوراپتور با بال‌های گشوده دیده‌می‌شوند.

جمجمهٔ کنکوراپتور[2]

کنکوراپتور مثل اینجنی‌ئین‌های دیگر تنها ۱/۵ متر طول داشت و وزنش حدود ۲۰ کیلوگرم بود. سعی کنید شباهت‌ها و تفاوت‌های جمجمهٔ چیتی‌پاتی و کنکوراپتور را تشخیص دهید.

چیتی‌پاتی و خویشاوندانش

اُوی‌راپتوریدها شامل انواع مختلفی از دایناسورها با تفاوت‌های جالب بودند. بزرگ‌ترین اُوی‌راپتورید، جایگانتوراپتور[۳] نام دارد که تقریباً ۹ متر طول داشته است! درست مثل داینوکایروس[۴] (← فصـ. ۳۸) و تریزینوسورِس[۵] (← فصـ. ۴۰)، جایگانتوراپتور هم غول گیاه‌خواری بود که برای دسترسی به شاخه‌های بلندتر و شاید هم برای دفاع در برابر شکارچیانی مثل تاربوسورِس[۶] به‌این اندازه رشدکرده بود. به‌دست‌آوردن کنام‌های بوم‌شناختی مختلف نشان‌دهندهٔ موفقیت اُوی‌راپتوریدها در فرایند تکامل است. به شباهت‌ها و تفاوت‌های این دایناسورها توجه کنید. همهٔ تصاویر به یک نسبت و در مقیاس واحدند.



تنوع و تکامل اُوی‌راپتوریدها

در مورد شکل دقیق درخت تکاملی اُوی‌راپتوریدها اطمینان زیادی وجود ندارد. این موضوع به‌خاطر شباهت‌های زیاد میان اعضای این خانواده است. معمولاً در گروه‌هایی که به‌سرعت تنوع می‌یابند و کنام‌های مختلف بوم‌شناختی را فتح می‌کنند، بررسی درخت‌های تکاملی دچار همین مشکل می‌شود. به این نوع خاص از تکامل و تنوع سریع، «انشعاب سازش‌پذیرنده»[۷] گفته می‌شود.

1- *Citipati* 2- *Conchoraptor* 3- *Gigantoraptor* 4- *Deinocheirus* 5- *Therizinosaurus* 6- *Tarbosaurus* 7- Adaptive Radiation

دنبالچهٔ پرنده‌مانند در نومین‌جیا[1]

این المی‌سورین ۱/۵ متری که ۷۰ تا ۶۵ میلیون سال پیش در مغولستان زندگی می‌کرده، سنگوارهٔ چندان کاملی برای ما به‌جا نگذاشته اما در عوض، قسمت بسیار مهمی از سنگواره‌اش، که شباهت‌های زیاد اُوی‌راپتوروسورها و پرندگان را آشکار می‌کند، به‌دست ما رسیده است. انتهای دم نومین‌جیا دارای چند مهرهٔ کاملاً به هم جوش‌خورده است که نمونهٔ مشابهش در بای‌پیائوسورِس[2] (← فصل ۴۰) و پرندگان دم‌کوتاه دیده می‌شود. اُوی‌راپتوروسورها و تریزینوسورها نیز مثل پرندگان دم‌های کوتاهی داشتند. همچنین، در مورد وجود شاه‌پرهای نمایشی رنگی و بلند در انتهای دم اُوی‌راپتوروسورها اطمینان داریم و می‌دانیم که دنبالچه در پرندگان و اُوی‌راپتوروسورها برای نگهداری محکم‌تر شاه‌پرهای انتهای دم به‌کار می‌رفته است.



پراکنش
اُوی‌راپتوروسورها

بزرگ‌ترین موجود پرنده‌مانندی که روی زمین راه‌رفته است!

جایگانتوراپتور با ۹ متر طول و ۲ تن وزن، جزء تبار پرندگان نبوده است اما پسرعموی خیلی نزدیک آن‌ها محسوب می‌شود. فراموش نکنیم که تعریف‌های علمی ما زمانی پیش‌تر از شناخت ماهیت حیواناتی به‌شدت پرنده‌مانند تثبیت شده‌اند و دانشمندان برای پیشگیری از هرج‌ومرج علمی، به خود اجازه نمی‌دهند که تعریف پرندگان را گسترده‌تر کنند اما به‌راستی اگر ما در زمان دایناسورها زندگی می‌کردیم، آیا به این موجود پادراز دونده و پردار که به دنبال حیوانات کوچک و میوه‌های شیرین می‌گشت، پرنده نمی‌گفتیم؟

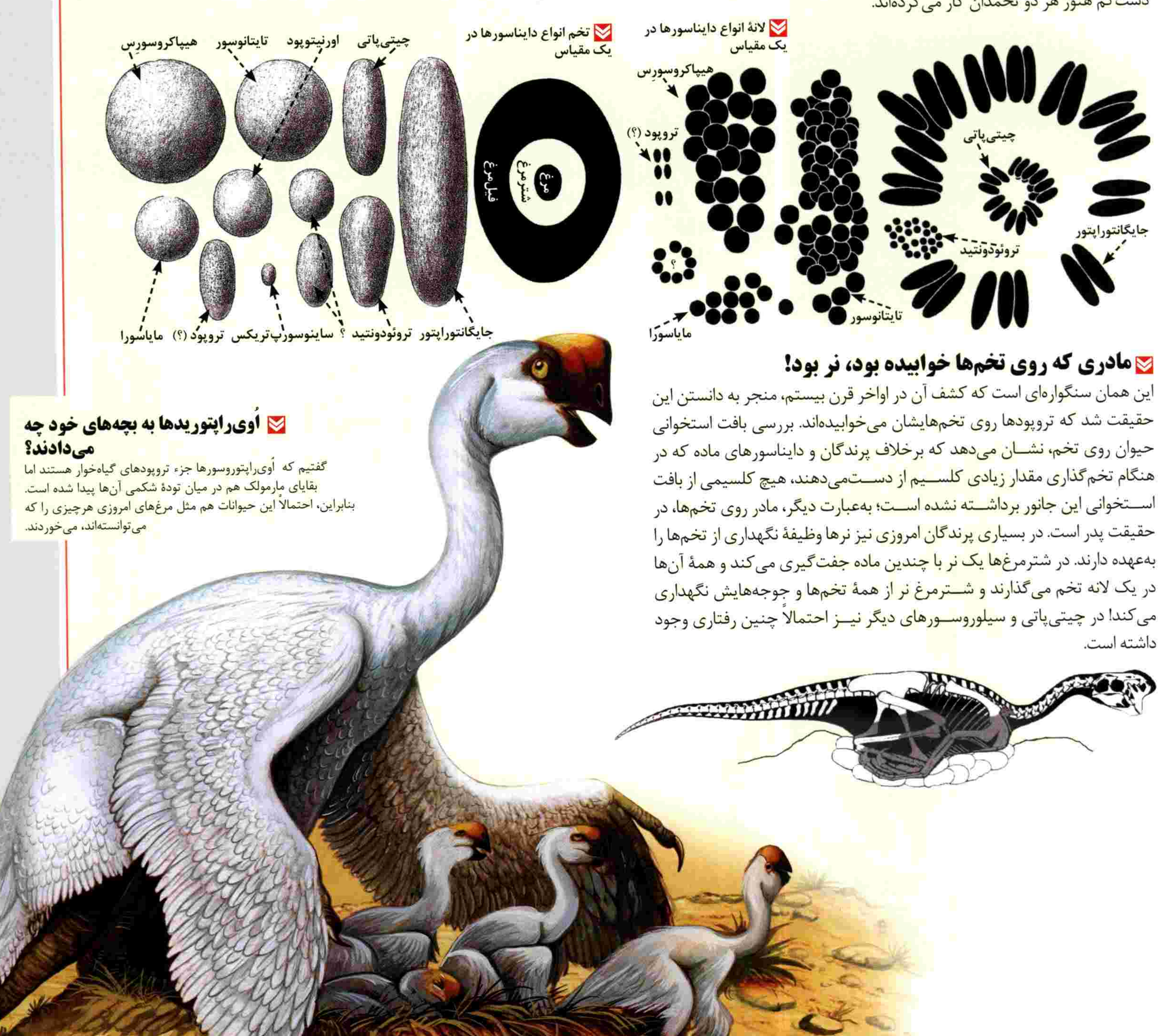
1- *Nomingia* 2- *Beipiaosaurus*

نگهداری از جوجه‌ها در میان دایناسورها

در اوایل قرن بیستم سنگوارهٔ اُوی‌راپتور، که ظاهراً در کنار لانه‌ای مشغول تخم‌دزدی بود، پیدا شد اما در سال‌های پایانی قرن بیستم دانشمندان دوباره در مغولستان سنگوارهٔ اُوی‌راپتوریدی دیگر را یافتند: چیتی‌پاتی؛ و باز هم به همراه تخم‌هایی که در یک لانه چیده شده بودند. با بررسی استخوان‌های درون تخم‌ها معلوم شد که تخم‌ها متعلق به خود او بوده‌اند و این مادر مهربان در حالی که روی تخم‌هایش خوابیده بوده، اسیر توفان شن شده است! تاکنون لانه‌های زیادی از دایناسورهای مختلف شناسایی شده‌اند (← فصـ. ۱۷). دست‌کم در لانه‌های سیلوروسورها چیدن تخم‌ها هم شبیه پرندگان امروزی است. اما برخلاف تخم‌های پرندگان که یکی‌یکی با فاصله‌های معین گذاشته می‌شوند، این تخم‌ها دوتا دوتا گذاشته شده‌اند. در پرندگان احتمالاً برای سبک شدن بدن، یکی از تخمدان‌ها غیرفعال‌شده و تحلیل رفته است اما از همین لانه‌ها می‌توانیم متوجه شویم که در اُوی‌راپتوروسورها دست‌کم هنوز هر دو تخمدان کار می‌کرده‌اند.

چرا تخم بزرگ‌ترین دایناسورها، خیلی هم بزرگ نیست؟

همان‌طور که در مورد مشکلات جانوران غول‌پیکر گفتیم (← فصـ. ۲۸)، سطح بدن، با میزان جذب و دفع گرما متناسب است و در مورد تخم‌ها نیز، سطح با میزان جذب و دفع گازهای تنفسی تناسب دارد. درحالی که حجم متناسب با میزان مادهٔ زنده، میزان گرمای تولیدشده و نیاز جانور به گازهای تنفسی است. بنابراین، اگر ابعاد بدن یک جانور یا تخم آن دو برابر شود، نسبت سطح به حجم، یک دوم کاهش می‌یابد؛ مگر اینکه شکل بدن یا تخم از حالت کروی (که کمترین نسبت حجم به سطح را دارد) خارج شود؛ مثلاً تخم بیضوی‌تر شود یا سطوح پهن یا دراز بدن افزایش یابند. بنابراین، بزرگ‌ترین دایناسورها نیز می‌بایست تخم‌هایی حداکثر با قطر دو تا سه برابر تخم شترمرغ می‌گذاشتند که در این صورت، اختلاف اندازه میان دایناسور بالغ و جوجه‌ها بسیار زیاد می‌شد؛ بنابراین تا بزرگ‌شدن جوجه‌ها، همراهی آن‌ها با دایناسورهای بالغ عملاً امکان‌پذیر نبود (← فصـ. ۲۸).



تخم انواع دایناسورها در یک مقیاس

لانهٔ انواع دایناسورها در یک مقیاس

مادری که روی تخم‌ها خوابیده بود، نر بود!

این همان سنگواره‌ای است که کشف آن در اواخر قرن بیستم، منجر به دانستن این حقیقت شد که تروپودها روی تخم‌هایشان می‌خوابیده‌اند. بررسی بافت استخوانی حیوان روی تخم، نشان می‌دهد که برخلاف پرندگان و دایناسورهای ماده که در هنگام تخم‌گذاری مقدار زیادی کلسیم از دست‌می‌دهند، هیچ کلسیمی از بافت استخوانی این جانور برداشته نشده است؛ به‌عبارت دیگر، مادر روی تخم‌ها، در حقیقت پدر است. در بسیاری پرندگان امروزی نیز نرها وظیفهٔ نگهداری از تخم‌ها را به‌عهده دارند. در شترمرغ‌ها یک نر با چندین ماده جفت‌گیری می‌کند و همهٔ آن‌ها در یک لانه تخم می‌گذارند و شترمرغ نر از همهٔ تخم‌ها و جوجه‌هایش نگهداری می‌کند! در چیتی‌پاتی و سیلوروسورهای دیگر نیز احتمالاً چنین رفتاری وجود داشته است.

اُوی‌راپتوریدها به بچه‌های خود چه می‌دادند؟

گفتیم که اُوی‌راپتوروسورها جزء تروپودهای گیاه‌خوار هستند اما بقایای مارمولک هم در میان تودهٔ شکمی آن‌ها پیدا شده است. بنابراین، احتمالاً این حیوانات هم مثل مرغ‌های امروزی هرچیزی را که می‌توانسته‌اند، می‌خوردند.

یومانی‌راپتورها
عقاب‌های دونده، گرگ‌های پرنده

همان‌طور که مانی‌راپتورها بزرگ‌ترین تبار سیلوروسورها هستند، یومانی‌راپتورها[1] نیز بزرگ‌ترین تبار از مانی‌راپتورها به حساب می‌آیند. نیای مشترک این دایناسورها موجودی کوچک و پرنده بوده (حتی اگر نپذیریم که نیای مشترک یومانی‌راپتورها و اوی‌راپتوروسورها نیز پرواز می‌کرده) ولی خیلی زود قدرت پرواز در دو گروه از سه گروه اصلی یومانی‌راپتورها تحلیل رفته است و آن‌ها به شکارچیانی بزرگ در دورهٔ کرتاسه تبدیل شده‌اند. این دو گروه درومیوسوریدها[2] و تروئودونتیدها[3] هستند. ابتدایی‌ترین انواع هرکدام از این دو تبار، شباهت فوق‌العاده‌ای به پرندگان داشته‌اند و می‌توانسته‌اند پرواز کنند اما تکامل آن‌ها به سمت بزرگ‌شدن و از دست دادن قدرت پرواز پیش رفته است. گروه سوم یومانی‌راپتورها همچنان تا امروز به پروازکردن ادامه داده‌اند؛ گرچه برخی از آن‌ها هم به‌محض اینکه نیازی به پریدن حس نکرده‌اند، این قدرت را از دست داده‌اند.



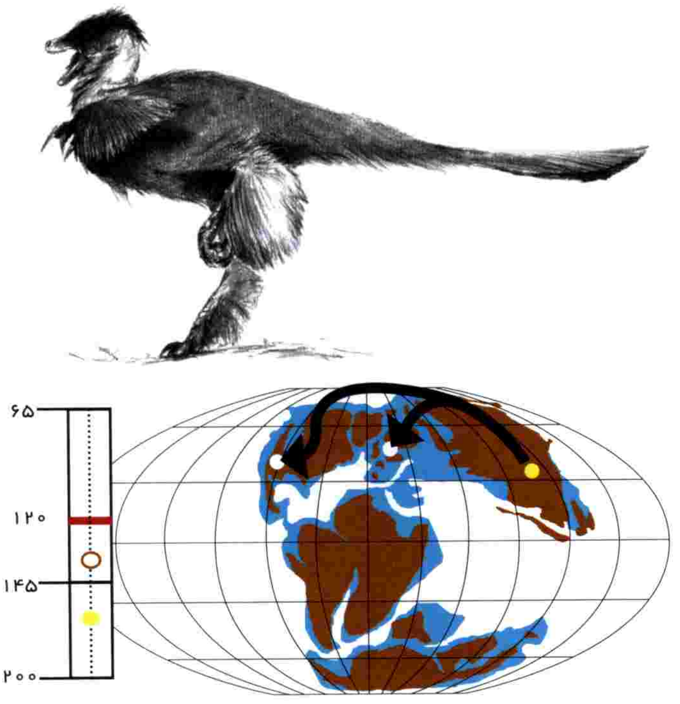
سریاما[7]
این یومانی‌راپتور زنده هم مثل نیاکان خود در ژوراسیک و کرتاسه، ناخن دوم پای خود را بالا نگاه‌می‌دارد تا همیشه تیز بماند.

نخستین یومانی‌راپتورها

یومانی‌راپتورها در اوایل یا اواسط ژوراسیک در چین پیدا شده و از همان اول موجوداتی پرنده بوده‌اند. شاه‌پرهای یومانی‌راپتورها به دست‌ها و دم‌هایشان محدود نبود بلکه پاهای آن‌ها نیز دارای پر بودند. پدوپنا[4] یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌های شناخته‌شده و احتمالاً ابتدایی‌ترین نمونهٔ یومانی‌راپتورهاست که حدود ۱۷۲ تا ۱۶۵ میلیون سال پیش در جنگل‌های باران‌گیر و مرطوب چین میان شاخه‌های درختان و روی مرداب‌ها این‌سو و آن‌سو می‌پریده است. مفاصل بازو در این دایناسورها و حتی پرندگان ابتدایی طوری بوده که نمی‌توانسته‌اند بال‌هایشان را خیلی بالا ببرند و بال بزنند، بنابراین پرواز آن‌ها را نمی‌توان مشابه پرواز پرندگان امروزی دانست.

پدوپنا، آماده برای جنگ

این حیوان کوچک ۶۰ سانتی‌متری با خشم به سمت رقیبی می‌رود که به قلمرو او نزدیک می‌شود. این حیوان تنها یک کیلوگرم وزن داشته و می‌توانسته است به‌راحتی با بال‌های گسترده از میان شاخه‌های بلند درختان به سمت جلو در هوا سر بخورد. پدوپنا و یومانی‌راپتورهای دیگر ناخن‌های بزرگی روی انگشت دوم پاهایشان داشتند که به سلاح مرگ‌آور آن‌ها تبدیل شده بود.



پراکنش نخستین یومانی‌راپتورها

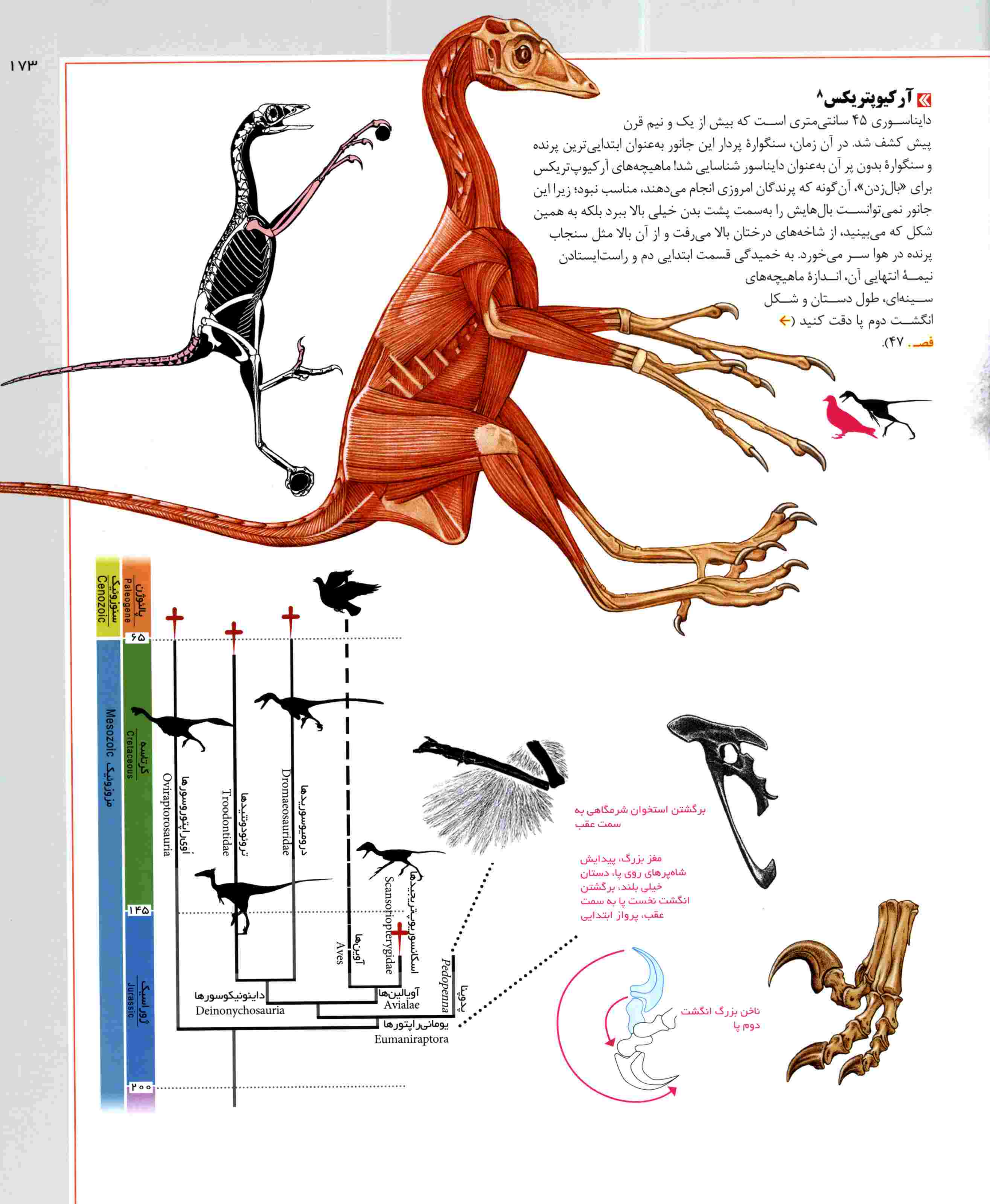
ویژگی‌ها و تکامل یومانی‌راپتورها

یومانی‌راپتورها مهم‌ترین گروه شکارچی در میان مانی‌راپتورها بوده‌اند؛ هرچند میان آن‌ها نیز نمونه‌های گیاه‌خوار کم نبوده است. انگشت اول پا در این دایناسورها کاملاً به سمت عقب برگشته بود؛ به‌طوری که مقابل سه انگشت دیگر قرار می‌گرفت و به کمک آن می‌توانستند شاخه‌های درختان را بگیرند و روی آن‌ها بنشینند. انگشت دوم نیز ناخن بزرگی پیدا کرده بود که در هنگام راه‌رفتن روی زمین آن را بالا می‌گرفتند تا همیشه تیز بماند. حتی در برخی پرندگان امروزی نیز که روی زمین راه می‌روند، انگشت دوم پا چنین وضعی دارد و از آن به‌عنوان سلاح استفاده می‌شود. توسعهٔ شاه‌پرهای پروازی روی دست‌ها و پیدایش شاه‌پرهای روی پا ویژگی دیگر یومانی‌راپتورهاست که با پروازگر بودن آن‌ها ارتباط دارد. همین‌طور دستان بسیار کشیده و بلند و افزایش تحرک دم در قسمت ابتدایی (تا بتوانند هنگام بالارفتن از درخت دم را به راحتی به بالا خم‌کنند) با زندگی درختی و پروازگر بودن آن‌ها مرتبط است. یکی دیگر از ویژگی‌های یومانی‌راپتورها برگشتن استخوان شرمگاهی به عقب است که البته مثل آلوارزسوریدها به کوتاه‌شدن دم و تغییر وضع ماهیچه‌های حرکت‌دهندهٔ دم و زانو مربوط می‌شود (← فصـ. ۱۱، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۳، ۴۵ و ۴۷). اندازهٔ مغز نیز در این دایناسورها نسبت به خانواده‌های قبلی رشد بسیار بیشتری دارد و به‌نظر می‌رسد که مرکز بینایی، به‌ویژه قسمتی از مخ که در پرندگان امروزی تجزیه و تحلیل فضای سه‌بعدی را به‌عهده دارد، در این دایناسورها رشد زیادی داشته است (فصل ۴۴). یومانی‌راپتورها به دو تبار آویالین‌ها[5] (← فصـ. ۴۶-۴۸) و داینونیکوسورها[6] (تروئودونتیدها و درومیوسوریدها: ← فصـ. ۴۴-۴۵) تقسیم می‌شوند.

1- Eumaniraptora 2- Dromaeosauridae 3- Troodontidae 4- *Pedopenna* 5- Avialae 6- Deinonychosauria 7- Seriama (*Cariama*)

آرکیوپتریکس[8]

دایناسـوری ۴۵ سانتی‌متری اسـت که بیش از یک و نیم قرن پیش کشف شد. در آن زمان، سنگوارهٔ پردار این جانور به‌عنوان ابتدایی‌ترین پرنده و سنگوارهٔ بدون پر آن به‌عنوان دایناسور شناسایی شد! ماهیچه‌های آرکیوپ‌تریکس برای «بال‌زدن»، آن‌گونه که پرندگان امروزی انجام می‌دهند، مناسب نبود؛ زیرا این جانور نمی‌توانسـت بال‌هایش را به‌سمت پشت بدن خیلی بالا ببرد بلکه به همین شکل که می‌بینید، از شاخه‌های درختان بالا می‌رفت و از آن بالا مثل سنجاب پرنده در هوا سـر می‌خورد. به خمیدگی قسمت ابتدایی دم و راست‌ایستادن نیمـهٔ انتهایی آن، انـدازهٔ ماهیچه‌های سـینه‌ای، طول دسـتان و شـکل انگشـت دوم پا دقت کنید (← فصـ. ۴۷).



9 - *Archaeopteryx*



تروئودونتیدها

مرغانی با هوش روباه

تروئودونتیدها[1] گروهی از یومانی‌راپتورهای همه‌چیزخوارِ بسیار کوچک و پروازگر، تا انواع ۲/۵ متری و شکارچی با مغزهای بزرگ و هوش زیاد بودند. تروئودونتیدها ویژگی‌های استخوان‌شناسی جالبی داشتند که رده‌بندی آن‌ها را سال‌ها با مشکل روبه‌رو می‌کرد اما امروزه می‌دانیم که آن‌ها از خویشاوندان نزدیک پرندگان هستند.

پیدایش و تکامل تروئودونتیدها

نخستین تروئودونتیدها دایناسورهایی کوچک با قدرت پریدن و سرخوردن در هوا بودند. آنکی‌اورنیس[2]، یکی از ابتدایی‌ترین تروئودونتیدهای شناخته‌شده، به پرندگان بسیار شباهت دارد؛ به‌طوری که نخستین بار این دایناسور ۳۵ سانتی‌متری را به‌عنوان پرنده رده‌بندی کرده‌اند! در تروئودونتیدهای ابتدایی، مثل پرندگان و درومیوسوریدها[3]، استخوان شرمگاهی به سمت عقب برگشته است اما با بزرگ‌شدن اندازه در تروئودونتیدهای بعدی، این استخوان به سمت جلو بازمی‌گردد. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی که در تروئودونتیدها دیده می‌شود پرچ‌شدن انگشتان کف‌پای آن‌ها در یکدیگر است (← فصـ. ۳۷، ۳۸، ۴۱ و ۴۲) که نشان‌دهندهٔ دونده بودن این سیلوروسورهاست. به جز انواع پروازگر ابتدایی، طول دست‌ها در اغلب تروئودونتیدها نسبتاً کوتاه شده بود. دندان‌های این دایناسورها، مثل بسیاری از مانی‌راپتورهای گیاه‌خوار، برگی‌شکل با دندانه‌های درشت یا بدون دندانه بود. بنابراین، تصور می‌شود که اغلب آن‌ها، به جز چند نمونهٔ بزرگ و شکارچی (تروئودون[4]، سورورنیتوئیدس[5] و زانابازار[6])، گیاه‌خوار یا همه‌چیزخوار بوده‌اند.

تروئودونتیدها در آسیا ظاهر شدند و تنها چند نمونه از آن‌ها، مثل تروئودون، به آمریکای شمالی رفتند. برخی نمونه‌های بسیار ناقص هم از اروپا به‌دست آمده‌اند که احتمالاً تروئودونتید بوده‌اند. فراوانی آثار تروئودونتیدها در اغلب نقاط، به‌جز مناطق خیلی شمالی آمریکای شمالی، کم‌تر از درومیوسوریدهاست (← فصـ. ۴۵). با توجه به چشمان بزرگ و روبه‌جلوی تروئودونتیدها، این احتمال وجود دارد که آن‌ها پادشاهان مناطق قطبی بوده‌باشند.

برخی نمونه‌های به‌دست آمده از تروئودونتیدها نمونه‌های بسیار منحصر به فردی هستند. می[7] یکی از تروئودونتیدهای ابتدایی است که سنگواره‌اش، در حالی که نوک پوزه‌اش را زیر بال خود پنهان کرده بود، کشف شد. این سنگواره نشان‌داد پرندگان حتی در نوع خوابیدن هم به دایناسورهای دوران مزوزوئیک شباهت دارند. آنکی‌اورنیس هم که شبیه به پرندگان است، تنها تروئودونتیدی است که با بررسی اندازه و مقایسهٔ رنگیزه‌های سنگواره‌شدهٔ پرهایش، توانسته‌ایم به رنگ حقیقی بدنش پی‌ببریم (← فصـ. ۳۶).



می و آنکی‌اورنیس

می، تروئودونتیدی ۷۰ سانتی‌متری بود که ۱۲۵ تا ۱۲۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. در این تصویر که بر اساس سنگوارهٔ به‌دست آمده از این دایناسور ترسیم شده، می‌بینیم که حیوان نگون‌بخت پیش از مرگ در چه حالتی به خواب رفته بوده است. آنکی‌اورنیس تروئودونتید دیگری بود که توانسته‌ایم در مورد آن اطلاعاتی منحصر به فرد به دست آوریم. این اطلاعات شامل رنگ پرها در نقاط مختلف بدن است و ازاین‌رو با قطعیت می‌توان گفت که آنکی‌اورنیس در زمان زندگی چنین ظاهر و پروبالی داشته است. آنکی‌اورنیس در حدود ۱۶۱ تا ۱۵۵ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیسته و یکی از قدیمی‌ترین یومانی‌راپتورها است.

پراکنش
تروئودونتیدها

1- Troodontidae 2- *Anchiornis* 3- Dromaeosauridae 4- *Troodon* 5- *Saurornithoides* 6- *Zanabazar* 7- *Mei*



جمجمهٔ زانابازار

ایـن تروئودونتیـد دو متـری در حدود ۷۰ تا ۶۸/۵ میلیون سـال پیش در آسـیا می‌زیست. به چشم‌های بزرگ و فضای پشت چشم‌ها، که جعبهٔ مغزی بزرگ حیوان است، توجه کنید. جمجمهٔ کوچک، جمجمهٔ یک جوجه‌تروئودونتید است. به شکل پرنده‌مانند جمجمه، به‌خصوص چشم‌ها، مغز بزرگ و پوزهٔ کوتاه این دایناسور توجه کنید.

آنکی‌اورنیس

به دستان بلند و کشیده، استخوان شرمگاهی به عقب برگشته، شکل جمجمه، و پاهای کشیدهٔ این دایناسور ۳۵ سانتی‌متری دقت کنید. توجه داشته باشید که این تصویر با تصاویر پایین صفحه هم‌مقیاس نیست.

اندازهٔ مغز در دایناسورها

از بعضی دایناسورها، بقایای خوبی از قسمت جعبهٔ مغزی، یعنی قسمتی از جمجمه که مغز را در برمی‌گیرد، به دست آمده است. با تهیهٔ قالب از جعبهٔ مغزی می‌توان به شکل مغز دایناسورها پی‌برد. البته با مشاهدهٔ مغز خزندگانی چون مارها و مارمولک‌ها می‌توان دریافت که مغز آن‌ها نسبت به فضای داخلی جعبهٔ مغزی حجم کمتری اشغال می‌کند اما مغز پرندگان و پستانداران این فضا را پرمی‌کند (و حتی درون این فضا «چین»می‌خورد). خوب، ما از کجا می‌توانیم مطمئن باشیم که مغز دایناسورها واقعاً جعبهٔ مغزی را پرمی‌کرده است؟ برای کسب اطمینان در این زمینه، باید مشاهدات و محاسبات زیادی دربارهٔ حجم مغز و نسبت وزن بدن در گروه‌های مختلف مهره‌داران انجام‌دهیم، که خوشبختانه این کار مدت‌ها پیش صورت پذیرفته است. نسبت قسمت‌های مختلف بدن جانوران با بزرگ‌شدن تغییر می‌کند؛ مثلاً دایناسورهای خیلی بزرگ هم، تخم‌های خیلی بزرگی ندارند (← فصـ. ۲۸ و ۴۲)؛ چون محدودیت‌های متفاوتی بر ساختارهای مختلف زنده حاکم است. دقیقاً همین اتفاق در مورد مغزهای مهره‌داران هم می‌افتد؛ برای مثال، مغز یک مار نیم‌متری، به نسبت اندازهٔ بدن از مغز یک مار دو متری بزرگ‌تر است. با مقایسهٔ دایناسورها، کروکودیل‌ها و پرندگان، درمی‌یابیم که جعبهٔ مغزی در دایناسورها کاملاً با مغز پرمی‌شده و شکل قالب داخلی جعبهٔ مغزی، در حقیقت بازگوکنندهٔ شکل مغز است.

هوش در دایناسورها

اکنون پرسش این است که اگر میان رابطهٔ وزن مغز ـ وزن بدن و هوش نسبت مستقیمی وجود داشته باشد، آیا این به معنی احمق‌تر بودن مار دو متری نیست؟ مسلماً خیر. برای مقایسهٔ صحیح رابطهٔ وزن مغز ـ وزن بدن در چند جانور مختلف، باید به تفاوت اندازهٔ آن‌ها نیز توجه‌کرد. بر اساس تفاوت در اندازهٔ جانوران و نسبت وزن مغز ـ وزن بدن به عددی به نام «بهرهٔ مغزی»[1] (EQ) می‌رسیم. بهرهٔ مغزی نشان‌دهندهٔ این است که نیمکره‌های مخ، چه نسبتی از کل حجم جعبهٔ مغزی را اشغال کرده‌اند.

سوروِرنیتوئیدس

این داینوسور که از بزرگ‌ترین اعضای خانوادهٔ تروئودونتیدها، با ۲/۵ متر طول است، همواره یکی از باهوش‌ترین دایناسورها شناخته می‌شود. مغز تروئودونتیدها و پسرعموهایشان، یعنی درومیوسوریدها (← فصـ. ۴۵) در میان دایناسورها، پس از مغز بعضی پرندگان، بیشترین رشد را داشته است.

آیا استیگوسورها مغز فندقی بوده‌اند؟

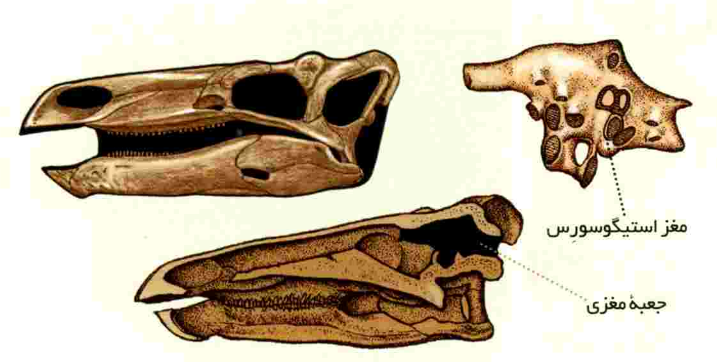
از قدیم گفته‌اند که استیگوسورها و بسیاری از دایناسورهای گیاه‌خوار حیوانات احمقی بوده‌اند؛ زیرا مغزهای کوچکی داشته‌اند اما هیچ‌کدام از این حیوانات آن‌قدر احمق نبوده‌اند که به راحتی شکار شوند، یا نتوانند غذا پیدا کنند و در صحرا و بیابان گم‌شوند. در این تصویر، جمجمهٔ استیگوسِورس[2] را می‌بینید (← فصـ. ۱۳). فضای سیاه‌رنگ، جعبهٔ مغزی است که با قالب‌گرفتن از درون آن به شکل مغز حیوان پی‌می‌بریم.

بهرهٔ مغزی را چگونه اندازه‌گیری می‌کنند؟

پس از بررسی نسبت وزن مغز ـ وزن بدن در گروه‌های مختلف مهره‌داران، خواهیم دید که انواع مهره‌داران براساس این نسبت در دو دستهٔ متفاوت قرار می‌گیرند که به سادگی می‌توان آن‌ها را «خون‌گرم»ها و «خون‌سرد»ها نامید (← فصـ. ۳۵). بنابر همین دسته‌بندی، می‌توان به رابطه‌ای کلی برای نسبت وزن مغز-بدن در مهره‌داران خون‌سرد و رابطه‌ای دیگر برای مهره‌داران خون‌گرم رسید. با توجه به این رابطه وزن مغز مورد انتظار هر موجود به‌عنوان خون‌گرم یا خون‌سرد به دست می‌آید (که خون‌گرم‌ها وزن موردانتظار بزرگ‌تری دارند). سپس، با مشاهدهٔ وزن واقعی هر جانور و مقایسهٔ آن با وزن مورد انتظار، به نسبتی دیگر می‌رسیم که همان بهرهٔ مغزی است. اگر بهرهٔ مغزی از یک بزرگ‌تر باشد، یعنی حجم مغز جانور نسبت به میزان مورد انتظار بزرگ‌تر است. بر همین اساس، بهرهٔ مغزی دایناسورهای مختلف (بر اساس اندازهٔ مغز کروکودیل‌ها) محاسبه شده است و نتایج نشان می‌دهند که بسیاری از اورنیتوپودها و تروپودها، نسبت به کروکودیل‌ها بهرهٔ مغزی بزرگ‌تری داشته‌اند. در این میان، داینونیکوسورها با اختلاف بسیار زیادی، به‌شدت از دیگر دایناسورها باهوش‌ترند.

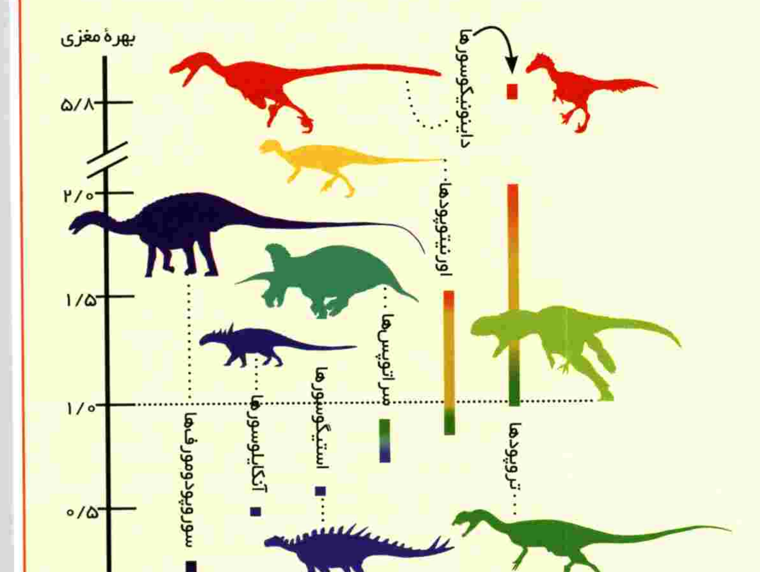
اما پرسش کلیدی‌تر، خود این مطلب است که آیا هوش را باید با معیارهای انسان‌محور سنجید. آیا هوش صرفاً به معنای توانایی استدلال منطقی است؟





1- Encephalization Quotient (EQ) 2- *Stegosaurus* 3- *Tyrannosaurus* 4- *Plateosaurus* 5- Olfactory Bulb 6- Olfactory Bulb

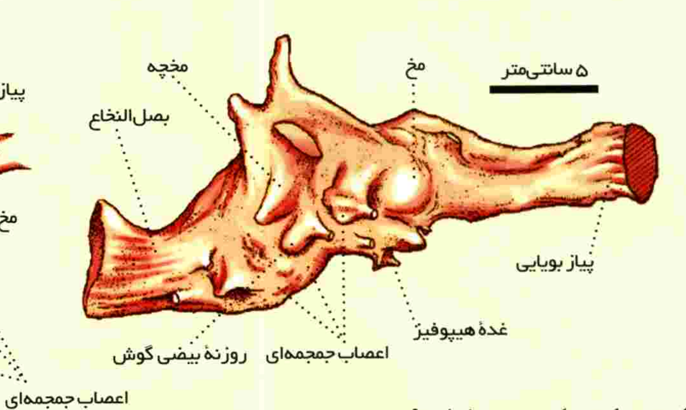
بهرهٔ مغزی در دایناسورهای مختلف



بر اساس این داده‌ها، سیلوروسورها و خیلی از تروپودهای دیگر همین‌طور بسیاری از اورنیتوپودها (←فصل ۱۵) به اندازهٔ پستانداران و پرندگان امروزی فعالیت مغزی داشـــته‌اند. گرچه فعالیت مغزی دیگر دایناســـورها در همان حد و اندازهٔ خزندگانی مثل کروکودیل‌ها باقی‌مانده اسـت. در این میان، فعالیت مغزی داینونیکوسورها از دایناسورهای دیگر و بسیاری از پستانداران و پرندگان امروزی هم فوق‌العاده بیشتر بوده است!

مغز در تیرانوسوروِس[3] و پلاتیوسوروِس[4]

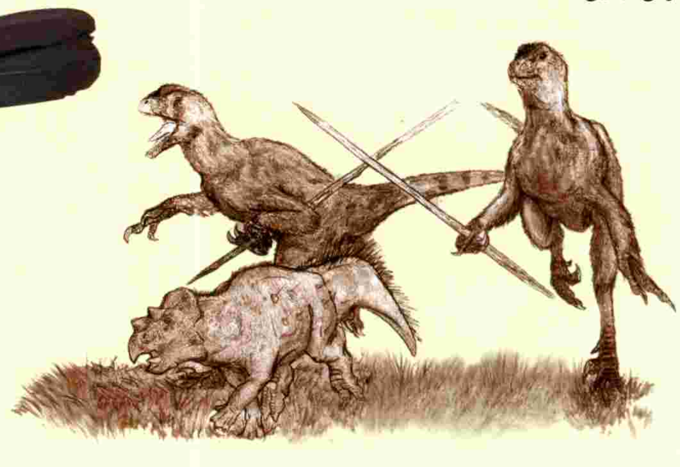
در تصاویر زیر، دو نمونه از مغزهای دایناسورها بر اساس قالب جعبهٔ مغزی بازسازی شده‌اند. قسمت‌های مختلف مغز را در این جانوران به‌خوبی می‌توان شناسایی کرد. به‌ویژه در تیرانوســورِس (تصویر سمت راسـت) پیاز بویایی[5] بسیار بزرگ است که حس بویایی قوی این شکارچی را نشان می‌دهد (← فصـ. ۳۷).



پیاز بویایی
مخچه
مخ
۵ سانتی‌متر
بصل‌النخاع
اعصاب جمجمه‌ای
روزنهٔ بیضی گوش
غدهٔ هیپوفیز

دایناسورهای علمی ــ تخیلی!

به‌دلیل وجود مغزهای بزرگ و شاید توانایی گرفتن اشیا در برخی درومیوسوریدها (← فصـ. ۴۵)، همواره عده‌ای از این احتمال سـخن گفته‌اند که داینوسـورها در صورت منقرض نشـدن ممکن بود به حیواناتی شبه‌انسـان و باهوش تکامل یابند؛ موجوداتی به نام «دایناسوروئید»[6] که به کمک ابزار به شکار می‌رفتند. ممکن است این سـخن خنده‌دار به‌نظر برسـد اما در حقیقت، اشتباه همهٔ ما این است که فکر می‌کنیم دایناسورها (به‌خصوص یومانی‌راپتورهای باهوش) منقرض شده‌اند؛ درحالی که نسل آن‌ها تا امروز باقی‌مانده است و البته به شیوهٔ خودشان، به موجوداتی بسیار باهوش تبدیل شده‌اند.



دانشمندانی که نخستین‌بار فکرکردند دایناسورها می‌توانستند به موجوداتی باهوش تکامل‌یابند، شاید از وجود دایناسورهای باهوشی مثل کلاغ، که به‌راحتی از ابزار استفاده‌می‌کنند مطلع‌نبودند؛ شاید هم آن زمان هنوز پرندگان را به عنوان دایناسور به رسمیت نمی‌شناختند!

درومیوسوریدها
شیرهای بال‌دار، گربه‌های پرنده

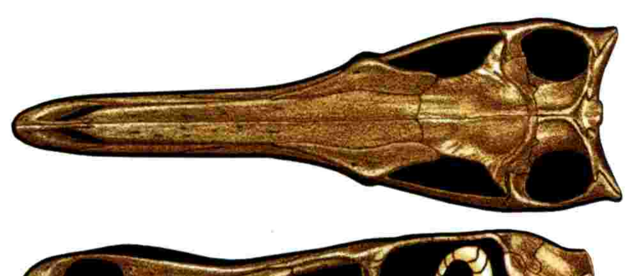
درومیوسوریدها[1] از شناخته‌شده‌ترین خانواده‌های دایناسورهای شکارچی هستند. دندان‌های تیز، دید دو چشمی، دست‌ها و ناخن‌های بزرگ و ناخن چنگال‌مانند انگشت دوم پا، آن‌ها را به موفق‌ترین شکارچی‌ها تبدیل کرده بود. این موفقیت در تنوع چشمگیر درومیوسوریدها به‌خوبی قابل مشاهده است. درومیوسوریدها به چندین گروه از شکارچیان بسیار کوچک پروازگر تا شکارچیانی به بزرگی تیرانوسوریدها و نمونه‌هایی با سرهای تمساح‌مانند تکامل یافتند و از معدود گروه‌هایی بودند که توانستند در دورهٔ کرتاسه خشکی‌های شمالی و جنوبی زمین را فتح کنند.

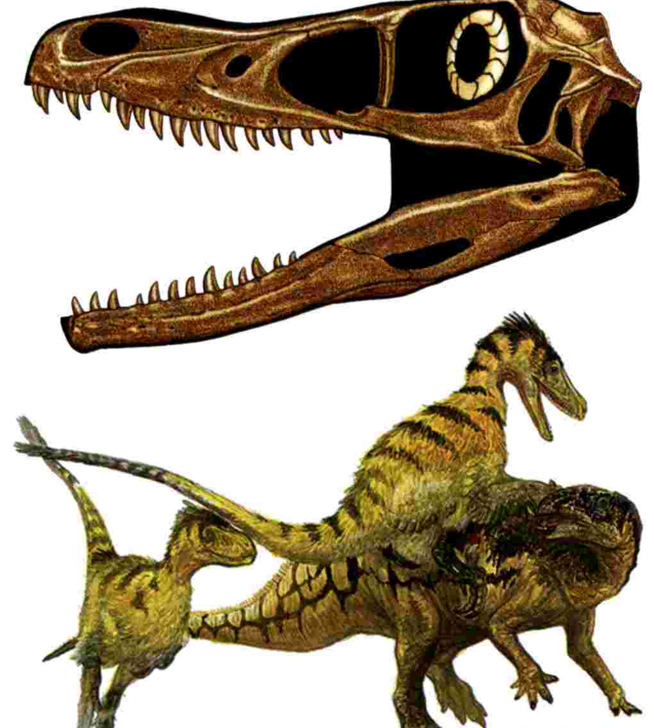
پیدایش درومیوسوریدها

از درومیوسوریدها در دورهٔ ژوراسیک هیچ اثری پیدا نشده است اما با توجه به گروه‌های خویشاوند آن‌ها، مثل تروئودونتیدها[2] و پرندگان می‌دانیم که نخستین درومیوسوریدها می‌بایست در میانه یا پایان ژوراسیک ظاهر شده باشند. با توجه به ساختار بدن همین خویشاوندان و نگاهی به برخی از درومیوسوریدهای ابتدایی، می‌توان حدس زد که نخستین درومیوسوریدها نیز دایناسورهایی نیم‌متری با پرواز ابتدایی بوده‌اند. در اغلب تبارهای کوچک و بزرگی که طی کرتاسه در دل خانوادهٔ درومیوسوریدها تکامل یافتند، چنین نمونه‌هایی از درومیوسوریدهای پروازگر وجود دارند. این حیوانات کوچک به‌تدریج از آسیا، که مهد پیدایش نخستین آن‌ها بود، به آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی و ماداگاسکار رفتند.

جمجمهٔ ولاسی‌راپتور[6]

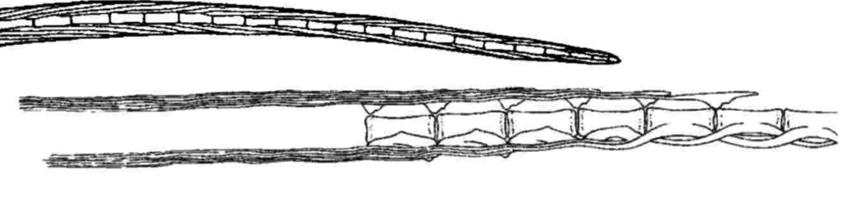
این دایناسور، که احتمالاً معروف‌ترین درومیوسورید است، در حدود ۸۵ تا ۷۰ میلیون سال پیش در واحه‌های کویری مغولستان به دنبال دایناسورهایی مثل پروتوسراتوپس[7] می‌گشته است (← فصـ. ۲۰). به دندان‌های تیز، چشم رو به جلو و شکل خاص پوزهٔ این داینوسور توجه کنید.





شکارچی‌های گروهی

اغلب درومیوسوریدها شکارچیان گروهی بودند و با تکیه بر قدرت گروه می‌توانستند به شکارهای خیلی بزرگ‌تر از خود نیز حمله‌کنند. سنگوارهٔ چندین داینونیکوس[2]، که به یک تنونتوسورِس[3] (← فصـ. ۱۵) حمله‌کرده‌اند، در آمریکای شمالی کشف شده است.درومیوسوریدها به‌صورت گروهی به دایناسورهای جداافتاده از گله حمله می‌بردند و با تعقیب شکار، آن را خسته می‌کردند. سپس به هوا می‌پریدند و با استفاده از ناخن بزرگ روی انگشت دوم پاهایشان، بدن شکار را می‌دریدند و درحالی که به کمک دست‌هایشان بر پشت جانور نگون‌بخت سوار می‌شدند، سعی می‌کردند ناخن‌های پایشان را به گلوی جانور نزدیک‌کنند و آن را از پای درآورند.



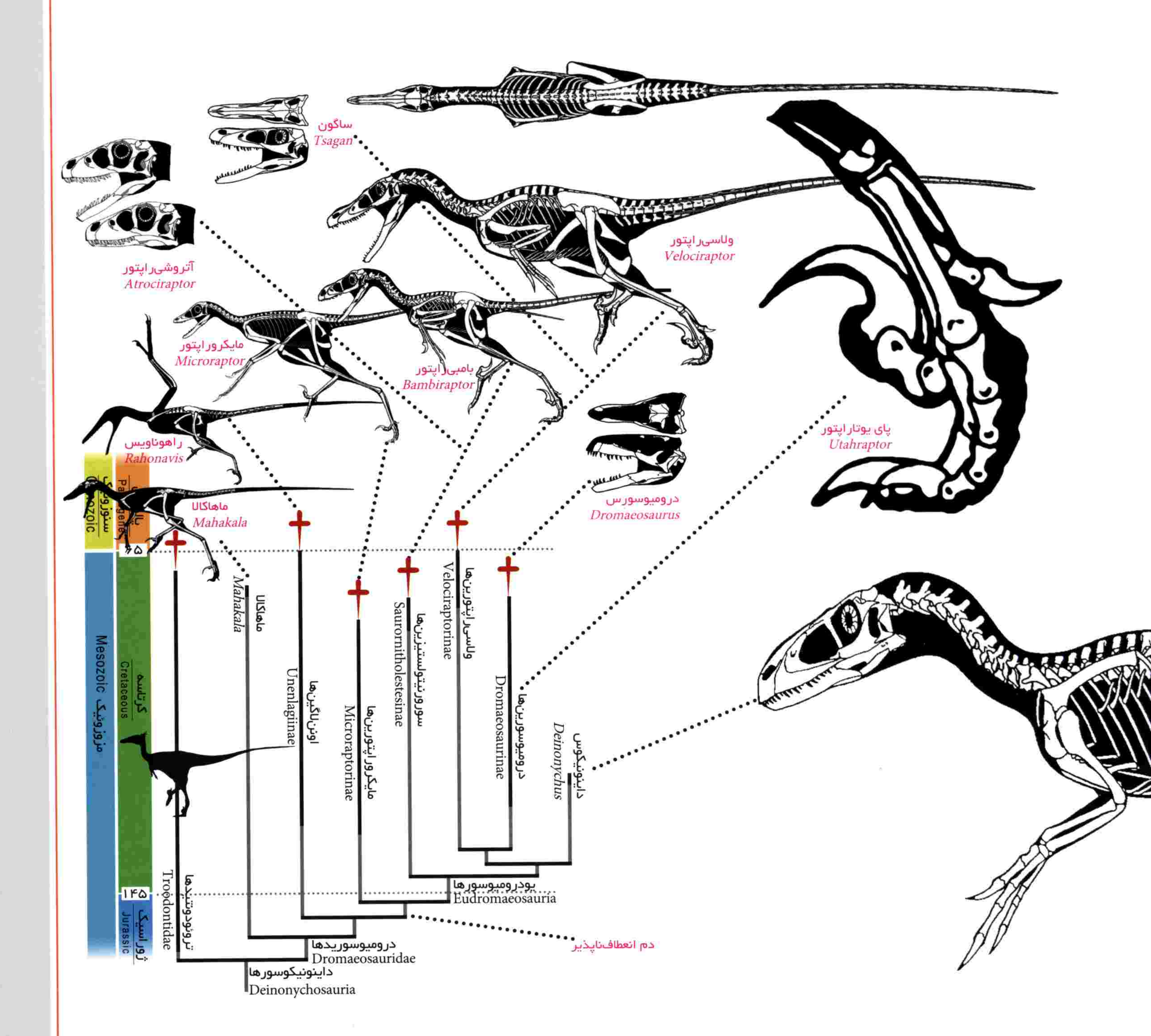
شکارچی‌هایی با دم سکان‌مانند

داینونیکوس با ۴ متر طول و ۶۰ کیلوگرم وزن، یکی از بزرگ‌ترین درومیوسوریدها بوده است. این شکارچی ماهر در حدود ۱۱۸ تا ۱۱۰ میلیون سال پیش در جنگل‌زارها و جلگه‌های آمریکای شمالی، به‌طور گروهی دایناسور شکار می‌کرد. به‌خاطر وجود زائده‌های بلندی که از دو طرف و بالا و پایین هر مهرهٔ دمی به اندازهٔ طول چند مهره به سمت جلو و عقب کشیده شده و در مهره‌های دیگر قفل‌می‌شد، دم داینونیکوس و دیگر یودرومیوسورها[4] و نیز مایکرورایتورین‌ها[5] به شکل قطعه‌ای یک‌پارچه و ترکه‌مانند بود و جز در قسمت ابتدای دم امکان خم شدن نداشت. آن‌ها از این دم سکان‌مانند، برای حفظ تعادل در هنگام دویدن و تغییرجهت استفاده می‌کردند.

1- Dromaeosauridae 2- *Deinonychus* 3- *Tenontosaurus* 4- Eudromaeosauria 5- Microraptorinae 6- *Velociraptor* 7- *Protoceratops*

تکامل درومیوسوریدها

ابتدایی‌ترین درومیوسورید، ماهاکالا[8] بود که با ۷۰ سانتی‌متر طول، تنها ۴۰۰ گرم وزن داشت. ماهاکالا دستان بلندی برای پرواز کردن نداشت. پس از ماهاکالا چندین تبار از درومیوسوریدها تکامل یافتند؛ از جمله اونن‌لاگین‌ها[9] که اغلب در خشکی‌های جنوبی سکونت داشتند و مایکرورپتورین‌ها که تبار دیگری از درومیوسوریدهای کوچک و اغلب پرواز گر بودند. بقیهٔ درومیوسوریدها در مجموع یودرومیوسور نامیده می‌شوند. یودرومیوسورها شامل شکارچیانی اغلب بزرگ‌تر از ۲ متر می‌شدند. شواهدی روشنی نشان می‌دهد دست کم اونن‌لاگین‌های ابتدایی (مثل راهوناویس[10]) و برخی مایکرورپتورین‌ها پرواز گر بوده‌اند. طی تکامل درومیوسوریدها چندین گروه مختلف از آن‌ها نیز غول‌پیکر شدند. برای مثال، اُسترورپتور[11] از تبار اونن‌لاگین‌ها، داینونیکوس از یودرومیوسورها و یوتاراپتور[12] و آخیلوبه‌تور[13] از تبار درومیوسورین‌ها مهم‌ترین درومیوسوریدهای غول‌پیکر بودند. به‌ویژه یوتاراپتور که دست‌کم ۷ متر طول داشته اما نمونه‌ای ناقص از یوتاراپتور نشان می‌دهد که این دایناسور تا ۱۱ متر نیز رشد می‌کرده است!



8 - *Mahakala* 9- Unenlagiinae 10- *Rahonavis* 11- *Austroraptor* 12- *Utahraptor* 13- *Achillobator*

درومیوسوریدهای جنوبی

همهٔ نمایندگان تبار اونن‌لاگین‌ها طی چند سال اخیر شناسایی شده‌اند. درک ما از تنوع درومیوسوریدها با کشف این شکارچی‌های جنوبی دستخوش تغییرات زیادی شد. نخست اینکه متوجه شدیم درومیوسوریدها نه تنها در آسیا و آمریکای شمالی و اروپا بلکه در خشکی‌های جنوبی، به‌ویژه آمریکای جنوبی و ماداگاسکار، هم ساکن بوده‌اند. دوم اینکه ظاهر همهٔ درومیوسوریدها شبیه داینونیکوس و ولاسی‌راپتور نبوده است. پوزه‌های کشیده و تمساح‌مانند بوئیتره‌راپتور[۱] و اُستروراپتور از سویی یادآور تروئودونتیدها (← فصـ. ۴۴) و از سوی دیگر یادآور اسپاینوسوریدها (← فصـ. ۳۴) است. به‌نظر می‌رسد که اُستروراپتور در صید ماهی و دایناسورهای بزرگ رقیب جدی اسپاینوسوریدهای آمریکای جنوبی بوده و اندازهٔ بزرگش نیز نشان‌دهندهٔ همین واقعیت است. اونن‌لاگین‌ها دست‌های کوچکی نیز داشتند که آن‌ها را به تروئودونتیدها شبیه‌تر می‌کرد اما از همه جالب‌تر پرچ‌شدن استخوان‌های کف پا در برخی نمونه‌های آن‌هاست! ویژگی‌ای که به‌خصوص در تروئودونتیدها و بعضی سیلوروسورهای دیگر (← فصـ. ۳۷، ۳۸، ۴۱، ۴۲ و ۴۴) دیده شده است و پیش از این هرگز تصور نمی‌شد برخی درومیوسوریدها نیز دارای این خصوصیت باشند. این مورد آخر دلیل خوبی برای دونده‌بودن و مهارت اونن‌لاگین‌ها در شکار است.

سومین موردی که با کشف اونن‌لاگین‌ها متوجه آن شدیم، پروازگر بودن درومیوسوریدهای ابتدایی است. در آخرین سال‌های قرن بیستم، زمانی که اونن‌لاگیا[۲] و سپس راهوناویس[۳] کشف شدند، دانشمندان بدون هیچ تردیدی آن‌ها را به‌عنوان پرندگان ابتدایی شناسایی کردند. جثهٔ ۳ متری اونن‌لاگیا باعث می‌شد که این دایناسور را پرنده‌ای تصور کنند که قدرت پروازش را از دست داده است اما راهوناویس از همان ابتدا به‌عنوان موجودی پروازگر شناخته شد. تنها با کشف اُستروراپتور و کامل‌شدن قطعات جورچین تکامل اونن‌لاگین‌ها، ناگهان همه متوجه شدند که این «پرندگان» ابتدایی، در حقیقت چیزی جز درومیوسوریدهای پرنده‌مانند نیستند.

راهوناویس، ۷۰ تا ۶۵/۵ میلیون سال پیش، ماداگاسکار

اُستروراپتور، ۷۸ تا ۶۵/۵ میلیون سال پیش، آمریکای جنوبی

اونن‌لاگیا، ۹۱ تا ۸۸ میلیون سال پیش، آمریکای جنوبی

بوئیتره‌راپتور، ۹۹ تا ۹۷ میلیون سال پیش، آمریکای جنوبی

لگن پرنده‌مانند
اونن‌لاگیا

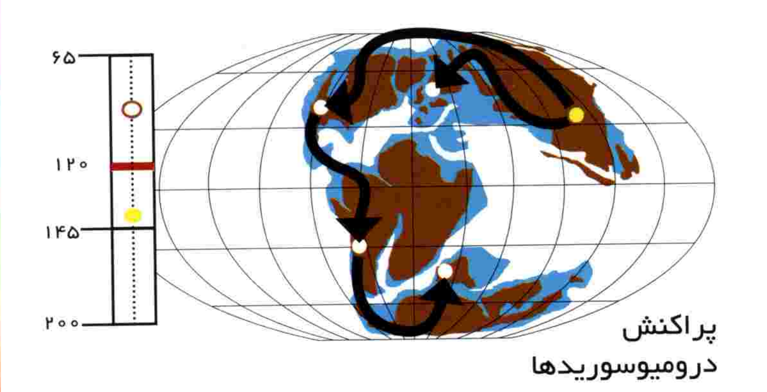
سنوزوئیک Cenozoic
پالئوژن Paleogene
مزوزوئیک Mesozoic
کرتاسه Cretaceous
ژوراسیک Jurassic
۶۵
۱۴۵
راهوناویس *Rahonavis*
اُسترو‌راپتور *Austroraptor*
نئوکن‌راپتور *Neuquenraptor*
اونن‌لاگیا *Unenlagia*
بوئیترِراپتور *Buitreraptor*
شاناگ *Shanag*
یودرومیوسورها Eudromaeosauria
مایکرو‌راپتورین‌ها Microraptorinae

جمجمۀ اُستروراپتور

اُسـتروراپتور حدود ۶ متر طول و ۳۰۰ کیلوگرم وزن داشت. جمجمه و دندان‌های این دایناسور به جمجمۀ اسپاینوسـوریدها بسیار شباهت دارد و این مسئله نشان می‌دهد که اُسـتروراپتور رقیب مهمی برای اسپاینوسـوریدها بوده اسـت. احتمالاً خویشاوندان دیگر اُسـتروراپتور در آفریقا نیز وجود داشته‌اند و بعید نیست اگر در آینده نمونه‌های بزرگ‌تری از اونن‌لاگین‌های پوزه‌دراز در آمریکای جنوبی، آفریقا و دیگر خشکی‌های جنوبی کشف شود.

تکامل و تنوع اونن‌لاگین‌ها

ابتدایی‌ترین اونن‌لاگین شناخته‌شده، شاناگ[4] نام دارد. شاناگ درومیوسوریدی ۷۰ سانتی‌متری شبیه به ماهاکالا و تبار مایکروراپتورین‌ها بود که در حدود ۱۳۰ میلیون سـال پیش در آسیا می‌زیست. به‌نظر می‌رسـد که زمانی پیش‌تر از این ـ شاید در اواخر ژوراسیک یا اوایل کرتاسه ـ برخی خویشاوندان شاناگ خود را از طریق اروپا به آفریقا و از آنجا به آمریکای جنوبی و ماداگاسکار رسانده باشند (← فصـ. ۳۲) و بدین‌ترتیب اونن‌لاگین‌ها در خشکی‌های جنوبی پراکنده شده باشند. راهوناویس در پایان کرتاسـه در ماداگاسکار زندگی می‌کرد اما نیاکانش بی‌شک مدت‌ها پیش‌تر، هم‌زمـان با آبلی‌سـوروئیدها از آمریکای جنوبی و قطب جنوب و اسـترالیا و هند به ماداگاسـکار رسیده بودند. این درومیوسـورید کوچک می‌توانست پرواز کند اما بقیۀ اونن‌لاگین‌ها قدرت پرواز نداشـتند و دست‌های پروازگر نیاکانشان در آن‌ها به دست‌هایی نسبتاً کوتاه تبدیل شده بود. در عوض، آن‌ها دوندگان خوبی بودند.



پراکنش درومیوسوریدها

1- *Buitreraptor* 2- *Unenlagia* 3- *Rahonavis* 4- *Shanag*

مایکرورابتورین‌ها و یودرومیوسورها

نمونه‌های بسیار زیادی از سنگواره‌های مایکرورابتورین‌ها در سال‌های اخیر کشف شده‌اند. به‌نظر می‌رسد که اغلب این داینوسورها پروازگر بوده‌اند و حتی از برخی پرندگان اولیه نیز بهتر پرواز می‌کرده‌اند؛ گرچه پرواز آن‌ها با پرندگان امروزی متفاوت بوده‌است. این داینوسورها تنها می‌توانستند از میان شاخ و برگ درختان به این‌سو و آن‌سو بپرند. توانایی بال‌زدن در این داینوسورها بسیار محدود بوده است اما احتمال دارد که آن‌ها شیوهٔ خاص خود را برای پریدن ابداع‌کرده باشند. مایکرورابتورین‌ها در آسیا ظاهر شده‌اند اما هسپرونیکوس[۲]، که عضو همین تبار است، مدت‌ها پس از خویشاوندان پروازگرش در آمریکای شمالی می‌زیسته است.

یودرومیوسورها شامل داینوسورهایی مثل داینونیکوس و سه تبار ولاسی‌رابتورین‌ها[۳]، درومیوسورین‌ها[۴] و سورورنیتولستیزین‌ها[۶] می‌شود. ولاسی‌رابتورین‌ها در آسیا و اروپا پراکنده بودند. بالور تنها عضو اروپایی این تبار، داینوسوری بسیار غیرمعمول بود. این داینوسور تقریباً هم‌اندازهٔ ولاسی‌رابتور بود اما بدنی توپرتر و قوی‌تری داشت. البته این تنها وجه تمایز بالور نبود. انگشت سوم دست بالور هم تحلیل رفته بود و در عمل تنها دو انگشت در دست‌های این شکارچی جزیره‌نشین شرق اروپا باقی‌مانده‌بود. از این عجیب‌تر، انگشتان پای بالور بود. انگشت نخست پا، که در تروپودها انگشتی کوچک و فرعی است و در یومانی‌رابتورها نیز کاملاً به سمت عقب برگشته است، در این نمونهٔ استثنایی نه تنها بزرگ شده و به سمت جلو برگشته بود بلکه ناخن بسیار بزرگی شبیه به ناخن انگشت دوم پا هم روی آن وجود داشت. در واقع، بالور درومیوسوری با دو انگشت در دست و دو ناخن شکارگری در پایش بود! در این کتاب در مورد اثر جزیره‌ای بر کوچک‌شدن اندازهٔ بدن داینانسورها صحبت‌خواهیم‌کرد (← فصـ. ۵۰) اما به‌نظر می‌رسد که اثر جزیره‌ای بر این داینوسور نه تنها تأثیر عکس داشته بلکه باعث تغییر شکل شدید دست‌ها و پاهایش نیز شده است.

تبار درومیوسورین‌ها شامل نمونه‌هایی کوچک مثل درومیوسورس[۶] و نمونه‌هایی غول‌آسا مثل آخیلوبه‌تور[۷] و یوتارابتور[۸] است. یوتارابتور دست‌کم ۷ متر و به شهادت یک نمونهٔ خاص، تا ۱۱ متر طول داشته‌است.

سورورنیتولستیزین‌ها تبار دیگری از یودرومیوسورها بودند که در برخی موارد به ولوسیرابتورین‌ها و گاهی هم به مایکرورابتورین‌ها شباهت داشتند. بامبی‌رابتور[۹] کوچک‌ترین عضو این گروه است که قادر بود حتی با یک دست، اشیا را بردارد یا تکه‌های گوشت را از بدن شکارش جدا کند.

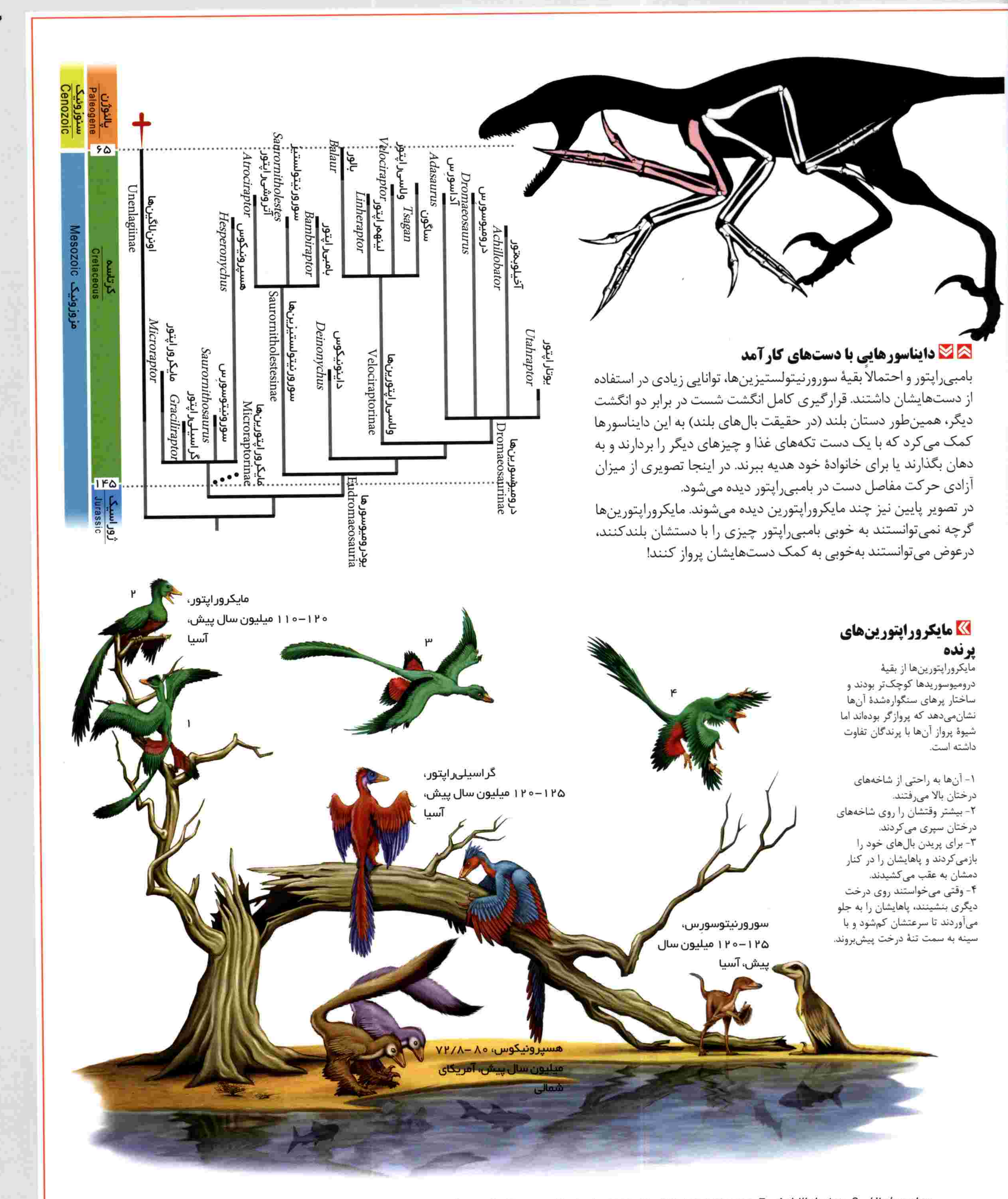


دست و پای بالور[۱]

در این خویشاوند نزدیک ولوسیرابتور، انگشتان دست و پا به نحو عجیبی دچار تکامل شده و از این داینوسور دو متری، هیولایی آماده برای کشتار ساخته بودند. بالور با تایتانوسورهایی مثل ماگیاروسورس[۲] (← فصـ. ۲۸) در جزایر شرق اروپا می‌زیسته و از ناخن‌های دوگانه‌اش احتمالاً برای پاره‌کردن پوست این تایتانوسور کوتوله استفاده می‌کرده است.

شکارچیان جنگلی

درومیوسوریدها بیشتر در خشکی‌های شمالی، به‌ویژه در جنگل‌ها، زندگی می‌کردند. درومیوسوریدهای کوچک‌تر درخت‌زی بودند و از بالای درختان به کمین شکار خود می‌نشستند. درومیوسوریدهای بزرگ‌تر نیز در میان جنگل‌ها کمین می‌کردند و روی زمین به دنبال صید می‌گشتند. یوتارابتور ۷ تا ۱۱ متری، بزرگ‌ترین درومیوسورید شناخته شده است که ۱۳۰ تا ۱۲۵ میلیون سال پیش در جنگل‌های حاشیهٔ رودها و بوته‌زارهای آمریکای شمالی می‌زیسته است.



دایناسورهایی با دست‌های کارآمد

بامبی‌راپتور و احتمالاً بقیهٔ سورورنیتولستیزین‌ها، توانایی زیادی در استفاده از دست‌هایشان داشتند. قرارگیری کامل انگشت شست در برابر دو انگشت دیگر، همین‌طور دستان بلند (در حقیقت بال‌های بلند) به این دایناسورها کمک می‌کرد که با یک دست تکه‌های غذا و چیزهای دیگر را بردارند و به دهان بگذارند یا برای خانوادهٔ خود هدیه ببرند. در اینجا تصویری از میزان آزادی حرکت مفاصل دست در بامبی‌راپتور دیده می‌شود.

در تصویر پایین نیز چند مایکرورپتورین دیده می‌شوند. مایکرورپتورین‌ها گرچه نمی‌توانستند به خوبی بامبی‌راپتور چیزی را با دستشان بلندکنند، درعوض می‌توانستند به‌خوبی به کمک دست‌هایشان پرواز کنند!

مایکرورپتورین‌های پرنده

مایکرورپتورین‌ها از بقیهٔ درومیوسوریدها کوچک‌تر بودند و ساختار پرهای سنگوارهٔ‌شدهٔ آن‌ها نشان‌می‌دهد که پروازگر بوده‌اند اما شیوهٔ پرواز آن‌ها با پرندگان تفاوت داشته است.

۱- آن‌ها به راحتی از شاخه‌های درختان بالا می‌رفتند.
۲- بیشتر وقتشان را روی شاخه‌های درختان سپری می‌کردند.
۳- برای پریدن بال‌های خود را بازمی‌کردند و پاهایشان را در کنار دمشان به عقب می‌کشیدند.
۴- وقتی می‌خواستند روی درخت دیگری بنشینند، پاهایشان را به جلو می‌آوردند تا سرعتشان کم‌شود و با سینه به سمت تنهٔ درخت پیش‌بروند.

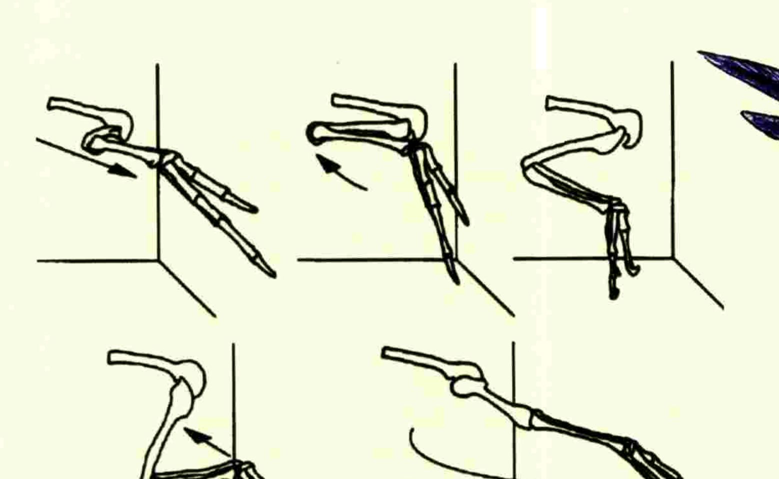
1- *Balaur* 2- *Hesperonychus* 3- Velociraptorinae 4- Dromaeosaurinae 5- Saurornitholestesinae 6- *Dromaeosaurus* 7- *Achillobator* 8- *Utahraptor* 9- *Bambiraptor* 10- *Bambiraptor*

تکامل پرواز در دایناسورها

پرواز یکی از کارآمدترین شـیوه‌های حرکتی و البته یکـی از نادرترین رخدادهای تکاملی اسـت. طی تاریخ حیات، پرواز واقعی تنها چهار بار تکامل یافته اسـت که به ترتیب قدمت عبارت‌اند از: حشـرات، تروسـورها، دایناسورها و خفاش‌ها. جالب این اسـت که دو بار از این چهار بار به خزندگان مربوط می‌شـود؛ گرچه تروسورها و دایناسـورها دارای ویژگی‌هایـی بودنـد که به‌سـختی می‌توان گفـت که آن‌ها «می‌خزیدنـد»! در این کتاب به‌طور گـذرا دربارهٔ مهم‌ترین ویژگی‌هایی که به آغاز پرواز منتهی‌شدند، صحبت کردیم. پس در اینجا از آن‌ها می‌گذریم و به دو پرسش کلیدی می‌پردازیم: ۱) بال‌زدن چگونه تکامل‌یافته است؟ ۲) نخستین پرواز از روی زمین شروع شد یا درخت؟ البته اطمینان دارم که تاکنون پاسخ هر دو پرسش برای شما روشن شده است اما به‌هرحال، این دو موضوع بیش از یک و نیم قرن، ذهن زیست‌شناسان را به خود مشغول‌کرده بود و تا کشف نمونه‌های مهمی مثـل مایکرورایتورین‌هـای پردار، پاسخ آن‌ها مشخص‌نبود.

حرکت دست در مانی‌راپتورها

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های مانی‌راپتورها پیدایش اسـتخوان هلالی در مچ دست اسـت (← فصـ. ۳۹). این استخوان موجب افزایش آزادی حرکتِ مچ دست در این دایناسـورها شد. گروه‌های مختلف از مانی‌راپتورها با تکیه بر این ویژگی توانستند در خوردن برگ‌های درختان، حشـرات، و شـکارهای کوچـک و بزرگ موفق‌تر از دایناسـورهای دیگر عمل کنند. یومانی‌راپتورها نیز به‌خاطر داشتن همین ویژگی، می‌توانستند طعمه‌های خود را با حرکتی این‌چنینی چنگ بزنند. همین نوع حرکت دست، در نیاکان پرندگان به‌جای گرفتن طعمه، به بال‌زدن منجر شد.

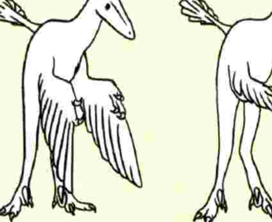


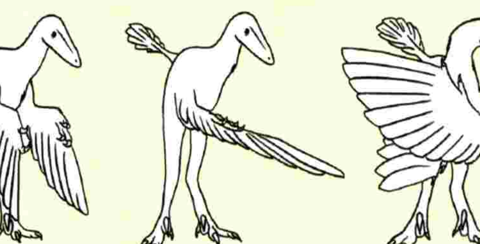
ماهیچه‌های بدن مایکرورایتور

در یومانی‌راپتورها علاوه بر ماهیچه‌های قوی پا، ماهیچه‌های قوی سینه‌ای، که بازوها را پایین می‌کشند، قسمت مهمی از دستگاه حرکتی هستند. استخوان جناغ محل اتصال این ماهیچه‌هاست. به‌تدریج با پیشرفت توانایی پرواز در پرندگان، اندازهٔ استخوان جناغ تا حد امروزی رشد کرد. استخوان جناغ همان استخوان پرگوشت سینهٔ مرغ است. گاه به اشتباه استخوان چنبری را که از اتصال دو ترقوه در نیوتروپودها به‌وجود آمده است، در پرندگان «جناغ» می‌نامند (← فصـ. ۲۹).

نقش پرها در گرفتن شکار

یومانی‌راپتورها با وجود پرهای بلند پشت دست‌ها، هیچ مشکلی برای گرفتن شـکار در دست‌هایشان نداشتند. پرها پشت انگشتان بودند و در دایناسورهای کوچکی مثل مایکرورایتورین‌ها، که حشره‌خواری می‌کردند، وجود آن‌ها باعث می‌شد که بتوانند حشراتِ در حال پرواز را به راحتی صید کنند.

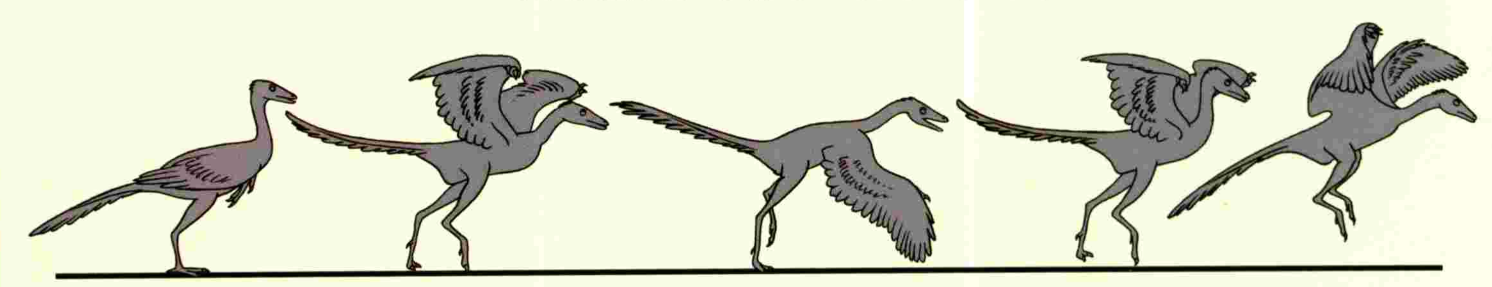




پرواز از روی زمین آغاز شد یا شاخه‌های درختان؟

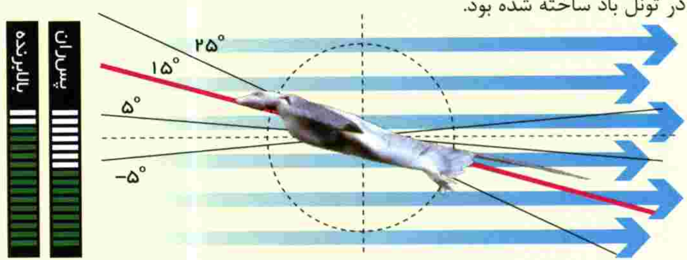
دو نظریهٔ بسیار پرطرفدار برای پیدایش پرواز در دایناسورها وجود دارد. نظریهٔ نخست می‌گوید که دایناسورهای شکارچی، مثل درومیوسوریدها، به دنبال حشرات می‌دویدند؛ سپس این دویدن به بال‌زدن (شاید برای سرعت‌گرفتن) و در ادامه به پرواز منتهی شده است.

نظریهٔ دوم می‌گوید که نخستین دایناسورهایی که پرواز کرده‌اند، از میان شاخ و برگ درختان به این‌سو و آن‌سو می‌پریده و برای این پریدن دست‌های پردار خود را می‌گشوده‌اند. سپس این حرکت به بال‌زدن تغییر کرده، و پرواز حقیقی به‌وجود آمده است. کشف دایناسورهایی مثل مایکرورپتور، پدوپنا (← فصـ. ۴۳) و آنکی‌اورنیس (← فصـ. ۴۴) نشان‌داد که یومانی‌راپتورها در اصل درخت‌زی بوده‌اند و انواع دونده، از تکامل دوبارهٔ همین انواع درخت‌زی و پروازگر به‌وجود آمده‌اند.

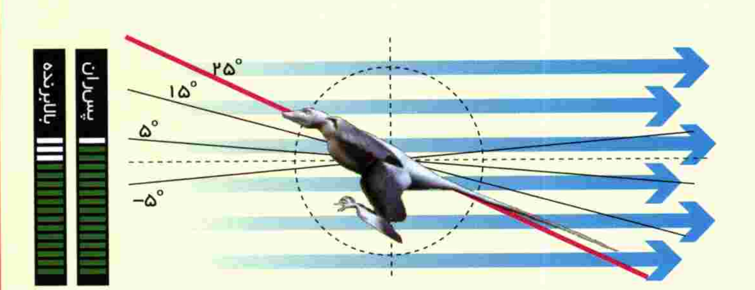


آزمایش تونل باد

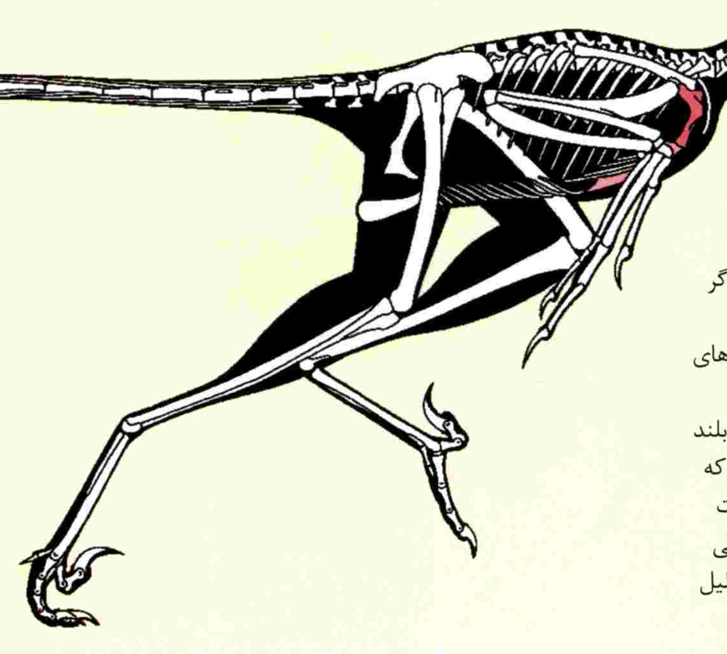
بررسی انگاره‌ای از مایکرورپتور، که دقیقاً هم‌اندازهٔ نمونهٔ سنگواره‌شده‌ای است که در تونل باد ساخته شده بود.



بهترین حالت برای پرواز این دایناسور با سرعت ۲۵ کیلومتر در ساعت، وضعیتی است که در آن پاها به‌طور موازی با دم به عقب کشیده شده باشند و پرهای پاها درکنار دم قرارگیرند. در این حالت، تفاوت نیروی بالابرنده و پس‌ران به بیشترین حد می‌رسد.



وقتی مایکرورپتور به درختی نزدیک‌می‌شود، پاهایش را پایین می‌آورد؛ طوری‌که نیروی پس‌ران افزایش می‌یابد و موجب کم‌شدن سرعت می‌شود. به‌علاوه، نیروی بالابرنده نیز کاهش می‌یابد و حیوان می‌تواند روی تنهٔ درخت بنشیند.



دست بلند و کشیده، استخوان غرابی بلند (که میان استخوان جناغ و کتف قرارمی‌گیرد) و جناغ نسبتاً بزرگ، همگی از قدرت دست‌های این دایناسور برای پرکشیدن خبر می‌دهند.

اسکلت مایکرورپتور

با نگاهی گذرا به به استخوان‌بندی این درومیوسورید کوچک می‌توان به پروازگر بودن آن پی‌برد. سنگوارهٔ این دایناسور آن‌قدر خوب حفظ شده است که شاه‌پرهای بلند دست‌ها و پاهای این حیوان را می‌توان لمس‌کرد. وجود شاه‌پرهای بلند روی پاها، که ویژگی مشترک همهٔ یومانی‌راپتورها بوده، تأثیر چندانی بر بهبود پرواز آن‌ها نداشته است. بنابراین، پرندگان پس از مدتی این شاه‌پرهای بلند را از دست داده‌اند. آزمایش انگاره‌های مایکرورپتور در تونل باد نشان می‌دهد که این دایناسور در زمان پرواز پاهایش را به موازات دم به عقب خم می‌کرده است (تصویر صفحهٔ پیش را هم ببینید). شاید وجود شاه‌پرهای پا به‌خاطر هم‌بستگی ژنتیک میان ساختار دست و پا در یومانی‌راپتورهای ابتدایی بوده باشد، نه به‌دلیل فایدهٔ این پرها برای پرواز!

اسکانسوریوپتریجیدها

جن‌های درختی

این خانوادهٔ کوچک و عجیب، ابتدایی‌ترین آویالین‌ها[1] محسوب می‌شوند. اگر بخواهیم همهٔ آویالین‌ها را «پرنده» بنامیم، سخن دقیقی نگفته‌ایم. منظور از آویالین‌ها، گروهی از دایناسورهاست که بیش از آنکه به درومیوسوریدها شبیه باشند، به پرندگان امروزی شبیه‌اند. اسکانسوریوپتریجیدها[2] خویشاوندی نزدیک‌تری با پرندگان دارند اما در حقیقت شاخه‌ای جانبی از تکامل تبار پرندگان محسوب می‌شوند. زندگی این دایناسورهای درخت‌زی احتمالاً شبیه پستانداران حشره‌خوار و درخت‌زی امروزی بوده است. به‌ویژه انگشت بلند، اندازهٔ فوق‌العاده کوچک، شکل دندان‌ها و چشم‌های درشتشان بیانگر این موضوع است.

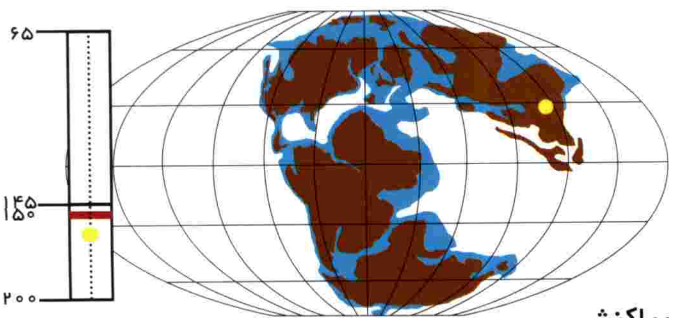


حشره‌خوار درازدست

اسکانسوریوپتریجیدها از انگشتان درازشان درست مثل آی‌آی‌های[5] امروزی، برای درآوردن کرم‌های حشرات از زیر پوست درختان استفاده می‌کردند. آی‌آی‌ها گروهی از پستانداران نخستی هستند که در ماداگاسکار زندگی می‌کنند.

نخستین آویالین‌ها

از زمانی که نخستین بار پرندگان به‌عنوان زیرگروه دایناسورها رده‌بندی شدند، یعنی از سال ۱۹۸۶ میلادی، تا امروز که حتی سرسخت‌ترین مخالفان نیز این موضوع را پذیرفته‌اند، بر سر اینکه به کدام دسته از دایناسورها باید «پرنده» بگوییم، اختلاف‌نظر وجود داشته است. آیا پرندگان همهٔ دایناسورهای پردار را شامل می‌شود؟ اگر این‌طور باشد، تیرانوسورس نیز نوعی پرنده خواهد بود. آیا پرندگان ابتدایی‌ترین دایناسورهایی را که پرواز کرده‌اند، شامل می‌شود؟ در این‌صورت، عده‌ای اعتقاد دارند که نیای مشترک یومانی‌راپتورها و حتی اُوی‌راپتوروسورها پروازگر بوده است و عده‌ای نیز بر این عقیده‌اند که پرواز جز در پرندگانی که استخوان جناغ بزرگ‌دارند، پرواز حقیقی محسوب نمی‌شود؛ بنابراین، به‌جای به‌کار بردن اصطلاح «پرنده» یا معادل آن در زبان‌های دیگر، اصطلاح «آویالین‌ها» برای همهٔ دایناسورهایی به‌کار می‌رود که در درخت تکاملی به پرندگان امروزی نزدیک‌ترند تا به درومیوسوریدها. از واژهٔ پرنده نیز تنها برای اشاره به تبار پرندگان امروزی استفاده می‌شود.

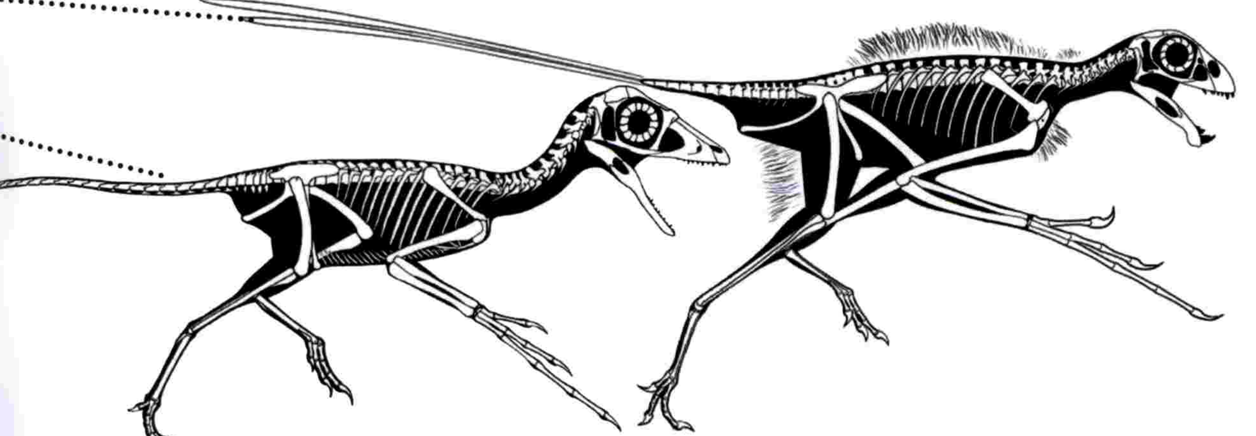


پراکنش اسکانسوریوپتریجیدها

این خانواده تنها شامل دو دایناسور شناخته شده است که هر دوی آن‌ها ۲۵ سانتی‌متر طول داشته و در برخی ویژگی‌های عجیب، مثل شکل لگن و انگشت دراز دست‌ها، با هم مشترک بوده‌اند.

اسکانسوریوپتریجیدها

اطلاعات ما در مورد این تبار از دایناسورها بسیار ناچیز است اما این مسئله از اهمیت اسکانسوریوپتریجیدها نمی‌کاهد. اگر سن گزارش‌شدهٔ سنگواره‌های آن‌ها درست باشد، این دایناسورهای کوچک در ژوراسیک میانی در آسیا می‌زیسته‌اند؛ یعنی، در حدود ۱۷۲ تا ۱۶۵ میلیون سال پیش. بنابراین، نیاکان مشترک آن‌ها با پرندگان و یومانی‌راپتورهای دیگر پیش از آن زمان وجود داشته و از آنجا که نیای مشترک یومانی‌راپتورها پروازگر بوده است، پس احتمالاً نخستین سیلوروسورهای پروازگر در ژوراسیک میانی ظاهر شده‌اند. به‌هرحال، اسکانسوریوپترها یا پروازگر نبوده‌اند یا قدرت کمی در پرواز داشته‌اند.



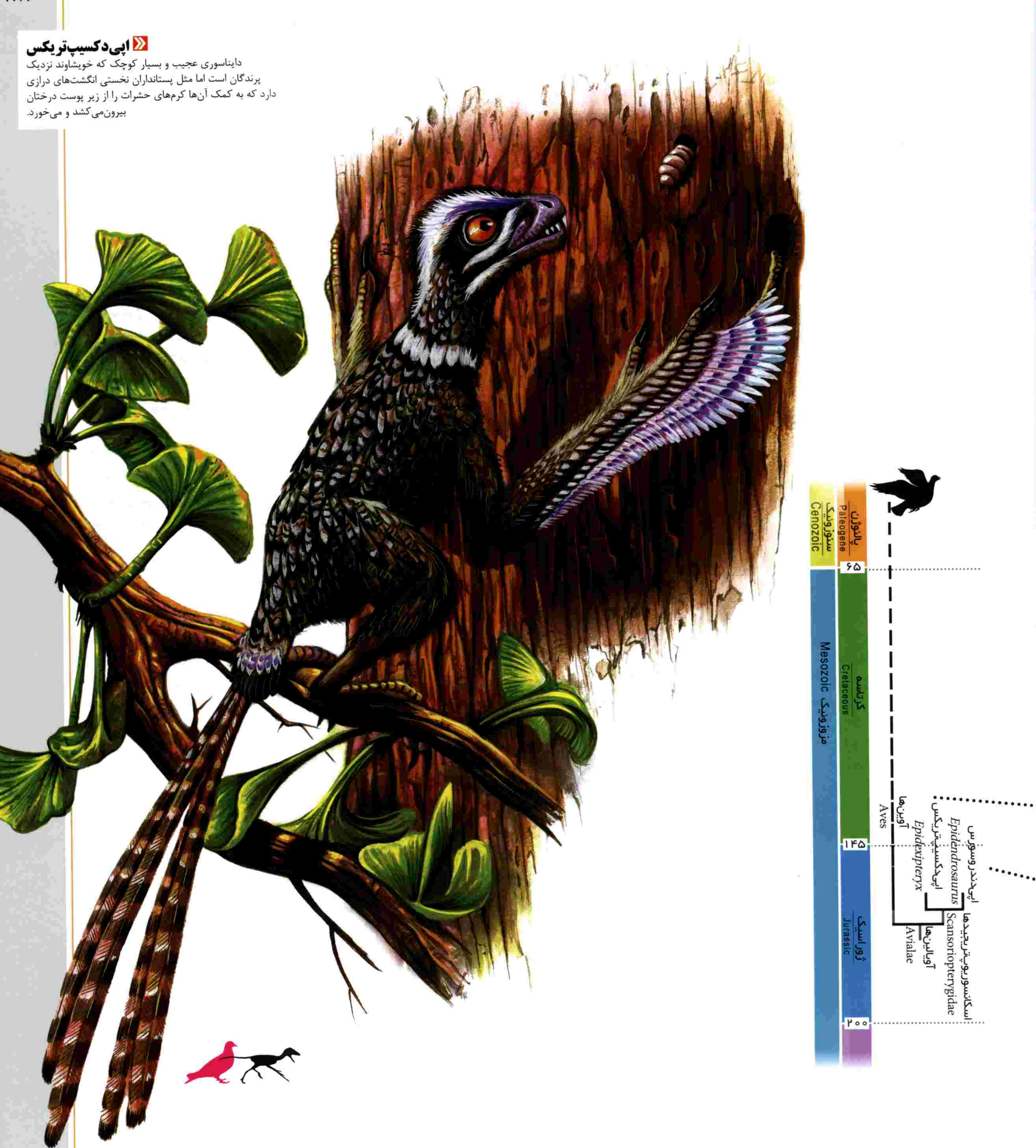
اسکلت اپی‌دکسیپتریکس[3] و اپی‌دندروسورس[4]

در اینجا هرکدام از این دو موجود تقریباً در یک دوم اندازهٔ طبیعی خود ترسیم شده‌اند. سنگوارهٔ اپی‌دکسیپتریکس شامل آثار پرهای بلندی در انتهای دم کوتاه این دایناسور نیز می‌شود. به شکل لگن، جمجمه و دست‌های آن‌ها توجه‌کنید.

1- Avialae 2- Scansoriopterygidae 3- *Epidexipteryx* 4- *Epidendrosaurus* 5- Aye-Aye

اپی‌دکسیپ‌تریکس

دایناسوری عجیب و بسیار کوچک که خویشاوند نزدیک پرندگان است اما مثل پستانداران نخستی انگشت‌های درازی دارد که به کمک آن‌ها کرم‌های حشرات را از زیر پوست درختان بیرون‌می‌کشد و می‌خورد.





آوین‌ها
فاتحان آسمان

بهتر است از واژهٔ «پرندگان» تنها برای نامیدن نمایندگان تبار امروزی آوین‌ها[1] استفاده کنیم؛ هرچند در بسیاری از متون، آوین‌ها را مترادف پرندگان در نظر می‌گیرند. طبق قوانین نام‌گذاری علمی جانوران، آوین‌ها شامل آرکیوپ‌تریکس[2]، پرندگان امروزی و همهٔ موجوداتی می‌شوند که از نظر تکاملی در میان آن‌ها جای دارند. نخستین آوین‌ها قدرت پروازی بیش از یومانی‌راپتورهای پیش از خود نداشته‌اند. پرواز حقیقی، یعنی آنچه در پرندگان امروزی می‌بینیم، مدت‌ها بعد در آوین‌های دارای ماهیچه‌های قوی سینه‌ای تکامل یافت.

ویژگی‌های نخستین آوین‌ها

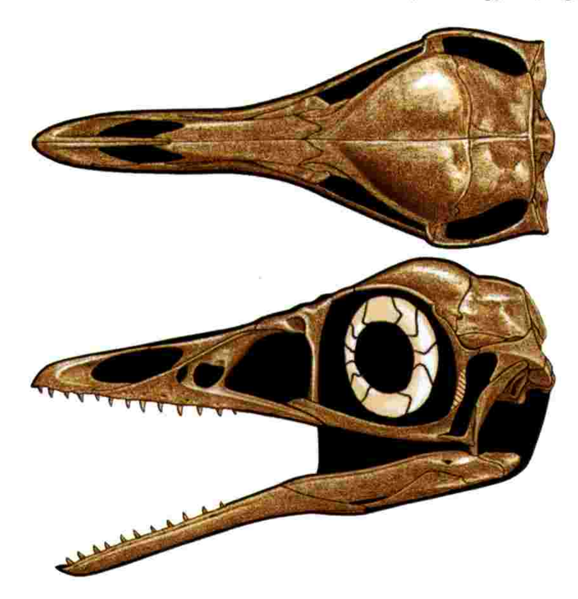
روزگاری تشخیص‌دادن آوین‌ها از داینونیکوسورها کار دشواری نبود اما با کشف داینونیکوسورهای ابتدایی، مرز میان این دو گروه فوق‌العاده باریک‌تر شد. اکنون ویژگی‌های اندکی وجود دارند که تنها در آوین‌ها دیده می‌شوند. این امکان هم وجود دارد که درآینده داینونیکوسورهایی پیدا کنیم که درست همین ویژگی‌ها را نشان دهند. همین امروز هم دست‌کم یک‌مورد از ویژگی‌های آوین‌ها (جوش‌خوردن استخوان‌های غرابی و کتف) در برخی داینونیکوسورهای ابتدایی دیده‌می‌شود.

به‌جز آرکیوپ‌تریکس، که سنگواره‌اش از اروپا به‌دست آمده‌است، بیشترین دانش ما در مورد این گروه از سنگواره‌های چین می‌آید.

به جز آرکیوپ‌تریکس و جهولورنیس[3]، بقیهٔ آوین‌ها دم‌های کوتاهی داشته‌اند. در این دایناسورها دم کوتاه شده و چند مهرهٔ آخر دمی به هم متصل شده و تشکیل دنبالچه[4] داده‌اند (← فصـ. ۴۰ و ۴۲). به این تبار از دایناسورهای دنبالچه‌دار، پیگوستایلین‌ها[5] می‌گوییم که شامل موجوداتی چون سپیورنیس[6]، خانوادهٔ کانفیوشس‌اورنیتیدها[7]، انانتی‌اورنیت‌ها[8] و اورنیتورین‌ها[9] بودند. به‌جز کوتاه‌شدن دم و تشکیل دنبالچه، تعداد مهره‌های خاجی این دایناسورها به ۸ عدد افزایش‌یافته است. افزایش مهره‌های خاجی در دایناسورها متناسب با افزایش قدرت تعادل بدن روی دوپاست. با توجه به درخت‌زی بودن آویالین‌ها و تکیهٔ بیشتر گروه‌های پیشرفته‌تر آن‌ها به نشستن روی پا ـ به‌جای اینکه با دست‌های خود شاخه‌ها را بگیرند ـ به‌تدریج قدرت پاها برای شاخه‌نشینی و گرفتن شاخه‌ها با پنجهٔ پاها افزایش یافت و آن‌ها هرچه بیشتر به پرندگان شبیه شدند.

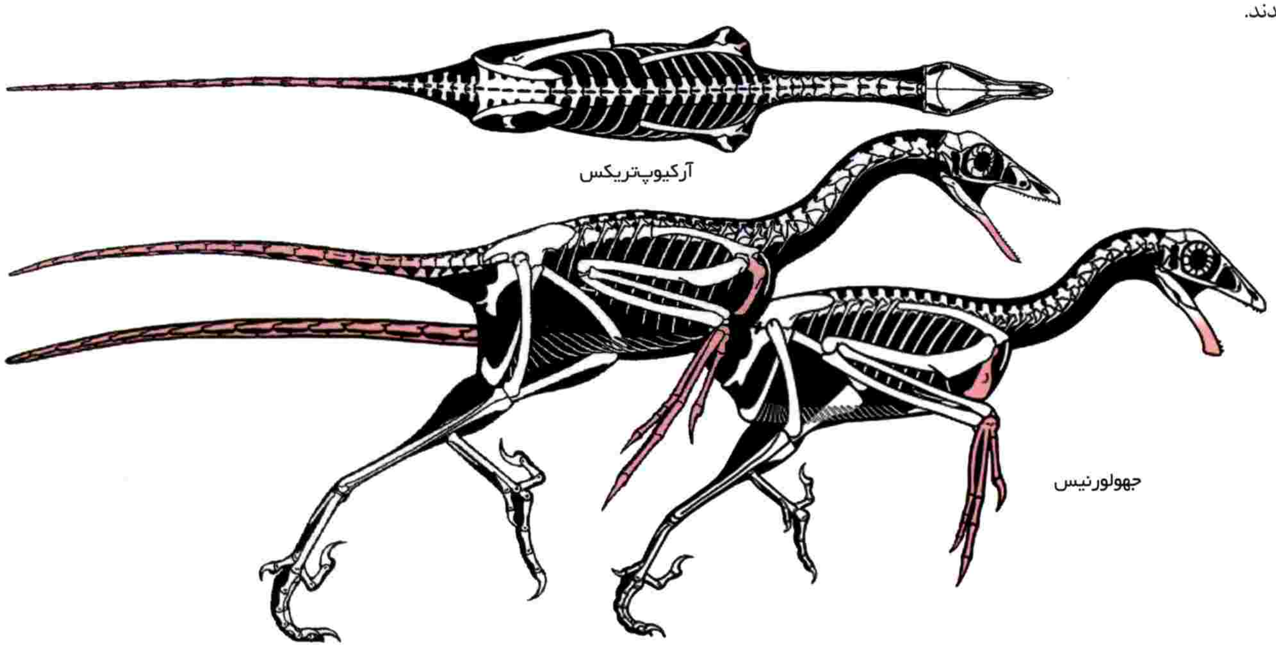
جمجمهٔ آرکیوپ‌تریکس

آرکیوپ‌تریکس دندان‌هایی کوچک و با فاصله داشت که احتمالاً در خوردن ماهی به‌کار می‌آمدند. به چشم‌های درشت، جعبهٔ مغزی بزرگ (← فصـ. ۴۴) و پوزهٔ باریک این دایناسور دقت‌کنید.



آرکیوپ‌تریکس و جهولورنیس

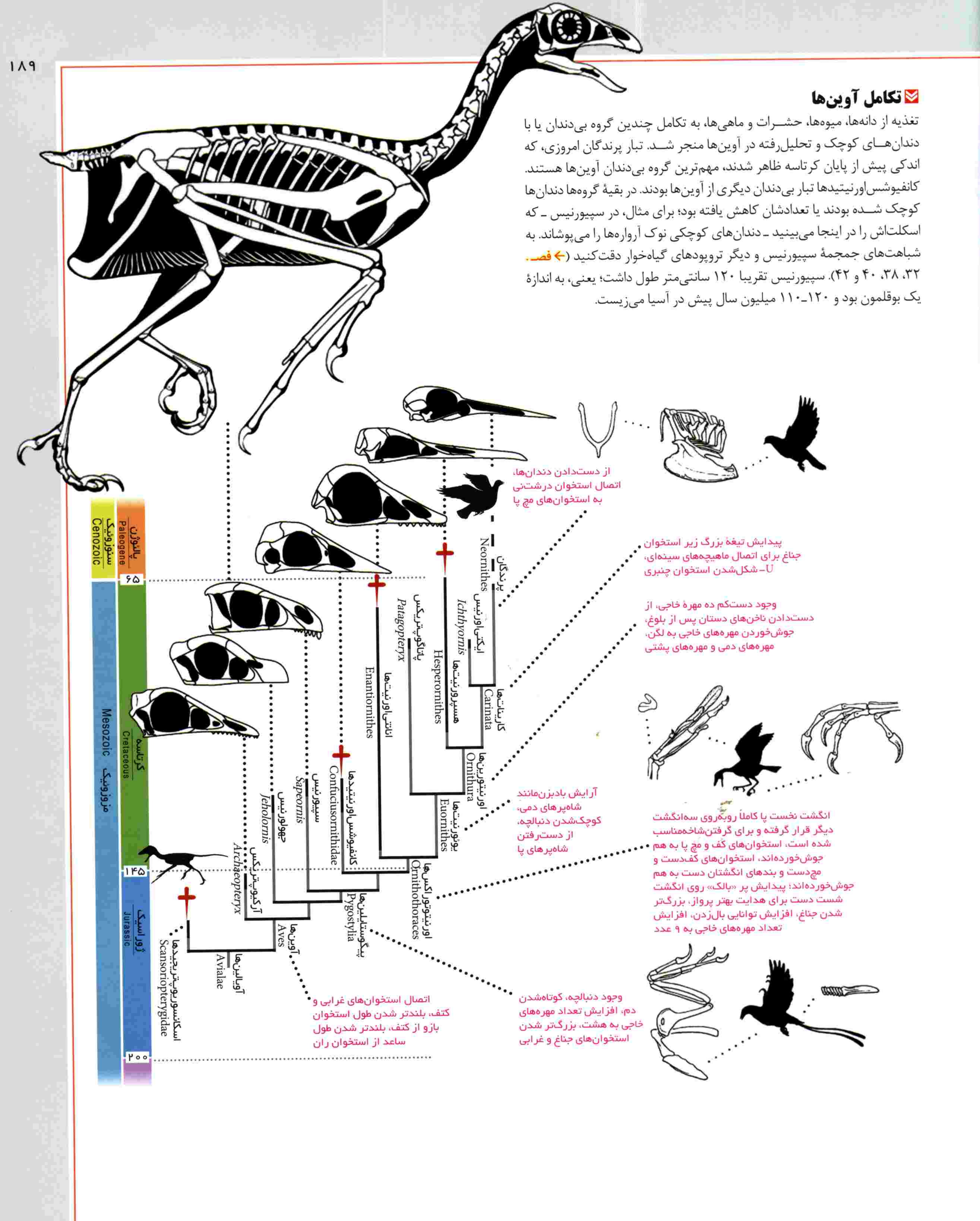
آرکیوپ‌تریکس دایناسوری ۴۵-۴۰ سانتی‌متری با وزنی حدود نیم کیلوگرم، شباهت بسیار زیادی به یومانی‌راپتورهای ابتدایی دیگر مثل مایکروراپتور (← فصـ. ۴۵) و آنکی‌اورنیس (← فصـ. ۴۴) داشته است. بسیاری از دانشمندان عقیده دارند که آرکیوپ‌تریکس بیش از آنکه به پرندگان شبیه باشد، به داینونیکوسورها شبیه بوده‌است. جهولورنیس اندکی بیش از آرکیوپ‌تریکس به پرندگان شباهت‌یافته بود اما برخلاف انتظار، دمی بلندتر از آرکیوپ‌تریکس داشت. جهولورنیس ۷۵ سانتی‌متر طول و ۶۰۰ گرم وزن داشت و ۱۲۰-۱۱۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. بقایایی از ماهی و میوه‌ها و دانه‌های گیاهان در شکم جهولورنیس پیدا شده است. آرکیوپ‌تریکس نیز احتمالاً ماهی‌خوار بوده است.



1- Avialae 2- *Archaeopteryx* 3- *Jeholornis* 4- Pygostyle 5- Pygostylia 6- *Sapeornis* 7- Confuciusornithidae 8- Enantiornithes 9- Ornithura

تکامل آوین‌ها

تغذیه از دانه‌ها، میوه‌ها، حشـرات و ماهی‌ها، به تکامل چندین گروه بی‌دندان یا با دندان‌هـای کوچک و تحلیل‌رفته در آوین‌ها منجر شـد. تبار پرندگان امروزی، که اندکی پیش از پایان کرتاسه ظاهر شدند، مهم‌ترین گروه بی‌دندان آوین‌ها هستند. کانفیوشس‌اورنیتیدها تبار بی‌دندان دیگری از آوین‌ها بودند. در بقیهٔ گروه‌ها دندان‌ها کوچک شـده بودند یا تعدادشان کاهش یافته بود؛ برای مثال، در سپیورنیس ـ که اسکلت‌اش را در اینجا می‌بینید ـ دندان‌های کوچکی نوک آرواره‌ها را می‌پوشاند. به شباهت‌های جمجمهٔ سپیورنیس و دیگر تروپودهای گیاه‌خوار دقت‌کنید (← فصـ. ۳۲، ۳۸، ۴۰ و ۴۲). سپیورنیس تقریبا ۱۲۰ سانتی‌متر طول داشت؛ یعنی، به اندازهٔ یک بوقلمون بود و ۱۲۰ـ۱۱۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست.





کانفیوشس‌اورنیتیدها

یکی از ابتدایی‌ترین آوین‌های دارای دنبالچه، خانوادهٔ کانفیوشس‌اورنیتیدها بودند. این دایناسورها نیز مثل بسیاری تروپودهای گیاه‌خوار دیگر، دندان‌های خود را از دست داده بودند و منقاری بزرگ داشتند. دست‌های آن‌ها گرچه به‌تدریج داشت به بال تبدیل می‌شد اما همچنان قدرت در خور توجهی برای چنگ‌زدن داشتند. قسمت ابتدایی استخوان بازوی آن‌ها عریض و دارای یک سوراخ بزرگ بود. در انتهای دم کوتاه این داینوسورها و بسیاری از آوین‌های دیگر، به‌جای شاه‌پرهای بادبزنی (که در اُوی‌راپتوروسورها و پرندگان امروزی دیده‌می‌شود) دو پر بلند و رنگی وجود داشت. در اینجا تصویر کانفیوشس‌اورنیس[1] روی درخت، دست این دایناسور و اسکلت چانگ‌چنگورنیس[2] در حال استراحت و پرواز دیده‌می‌شود. کانفیوشس‌اورنیس ۵۰ سانتی‌متر و چانچنگورنیس ۲۰ سانتی‌متر طول داشتند و هر دو ۱۲۵ تا ۱۲۰ میلیون سال پیش در چین می‌زیستند.

بالک

این پر که برای نخستین‌بار در نیای مشترک انانتی‌اورنیت‌ها و پرندگان امروزی ظاهر شده است، نقش بسیار مهمی در پیشگیری از آشوب جریان هوا در بالای بال و نیز هرچه بهتر شدن قدرت و کیفیت پرواز دارد.

انانتی‌اورنیت‌ها

گرچه استخوان جناغ در این دایناسورها به‌اندازهٔ پرندگان امروزی نرسیده‌بود، احتمالاً پرواز و بال‌زدن در آن‌ها به‌حدی رسیده بود که بتوانند مسافت‌های طولانی پرواز کنند. این دایناسورها که طی دورهٔ کرتاسه به تنوع بسیار زیادی دست‌یافتند، گسترده‌ترین و مهم‌ترین گروه از آوین‌ها تا پایان کرتاسه بودند اما در پایان کرتاسه به همراه دیگر دایناسورها منقرض شدند. گرچه اغلب انانتی‌اورنیت‌ها دندان‌دار بوده‌اند، برخی نیز دندان‌هایشان را از دست داده بوده‌اند. انواع ماهی‌خوار، حشره‌خوار، میوه‌خوار، دانه‌خوار و شکارچی‌های گوشت‌خوار در میان این داینوسورها تکامل‌یافتند. انانتی‌اورنیت‌های ۳ سانتی‌متری و همین‌طور نمونه‌هایی به بزرگی عقاب هم در میان آن‌ها تکامل‌یافته‌اند. در اینجا اسکلت ساینورنیس[3] را می‌بینید؛ به استخوان جناغ بزرگ، دنبالچهٔ کشیده و دندان‌های کوچکش دقت‌کنید. آوی‌سورِس[4] نمونه‌ای بزرگ به‌اندازهٔ بوقلمون بود که زندگی‌ای شبیه پرندگان شکاری امروزی داشت. آوی‌سورِس‌ها به‌دلیل قدرت پرواز در همهٔ دنیا پراکنده شدند. برخی از ویژگی‌های مهم پروازی مشترک با پرندگان امروزی برای نخستین‌بار در این دایناسورها ظاهر شد؛ برای مثال، جوش‌خوردن استخوان‌های کف و مچ دست و پیدایش یک پر مهم به نام «بالک»[5] روی انگشت شست دست‌ها که برای هدایت بهتر جریان هوا در حین پرواز به‌کار می‌رود.

1- *Confuciusornis* 2- *Changchengornis* 3- *Sinornis* 4- *Avisaurus* 5- Alula



پرنده‌ای که هرگز نبود!

در اوایل دههٔ ۹۰ میلادی، موجی از کشـفیات سنگواره‌های دایناسورها در جهان شروع‌شد که بیش از همه بر اثر پیداشدن نمونه‌هایی در چین بود. کانفیوشس‌اورنیس و ساینورنیس نمونه‌هایی از آوین‌های چینی بودند که در همین زمان کشف‌شدند. تا پیش از کشـف این نمونه‌ها دنیای پرندگان و خویشـاوندان سـنگوارهٔ آن‌ها به آرکیوپ‌تریکـس و یکـی دو نمونهٔ دیگر، مثل هسـپرورنیس[۷]، محدود می‌شـد. بنابراین، دانشمندان ناگهان با تعداد زیادی موجود عجیب و غریب روبه‌رو شدند که به‌سختی درکی از تکامل آن‌ها در دست بود. بسیاری از نمونه‌هایی که در آن زمان کشـف و به‌عنوان «پرنده» یا «آوین» معرفی شدند، امروزه در دل گروه‌های دیگر سیلوروسـورها قرار می‌گیرند. مهم‌ترین خانواده‌ای که در آن زمان به‌عنوان پرنده شناخته می‌شدند، آلوارزسوریدها بودند (← فصـ. ۴۱).

در همین زمان، سنگوارهٔ مرموزی از تریاس بالایی در آمریکای شمالی به دست‌آمد که حدود ۶۵ میلیون سـال از آرکیوپ‌تریکس قدیمی‌تر بود (دقت‌کنید از انقراض دایناسـورها تا امروز نیز ۶۵ میلیون سـال می‌گذرد!). این «پرنده» پروتوئه‌ویس[۸] نامیده شـد کـه به‌معنای «پرنـدهٔ ابتدایی» اسـت. جالب اینکه در بررسـی‌های تکاملـی به‌نظر می‌رسـد کـه پروتوئه‌ویس به پرندگان امروزی شـبیه‌تر اسـت! به‌علاوه، «اورنیتومایموسـور»هایی (← فصـ. ۳۸) نیز از همان منطقه کشف‌شدند کـه قدمـت آن‌ها نیز به تریاس بالایی می‌رسـید. در همین کتـاب با یکی از این «اورنیتومایموسورها» آشنا می‌شوید که عاقبت مشخص شد نوعی کروکودیل است (← فصـ. ۸)! به‌نظر می‌رسد که پروتوئه‌ویس نیز نـه یک پرنده، بلکه ترکیبی از بقایای یک یا چند کروکودیل، دایناسور و حیوانات دیگر باشد. برای مثال، می‌دانیم که سیلوروسـورها (از جمله پرندگان) دسـت‌های سه‌انگشتی (یا کمتر) داشته‌اند اما پروتوئه‌ویس دسـتانی چهار انگشتی دارد. همین موضوع نشان‌می‌دهد که این «پرنده» اصلاً نه سیلوروسور است، نه مثل پرنده‌ها شاه‌پر داشته و نه پرواز می‌کرده اسـت (اگر فرض‌کنیم که این موجود واقعاً وجود داشـته است و ترکیبی از بقایای چند حیوان دیگر نیست)!

ساینورنیس

ساینورنیس، که تصویرش را در اینجا می‌بینید، به‌کوچکی یک قمری بوده (۱۴ سانتی‌متر) و ۱۲۰ تا ۱۱۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست.

۶۵
۱۲۰
۱۴۵
۲۰۰

پراکنش
نخستین آوین‌ها

7 - *Hesperornis* 8- "Protoavis"

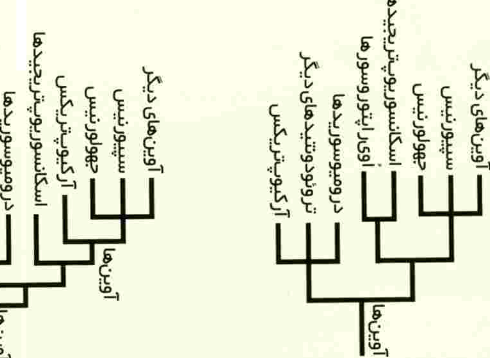
رده‌بندی و تکامل یومانی‌راپتورها مسئلهٔ زمان و منشأ پرندگان

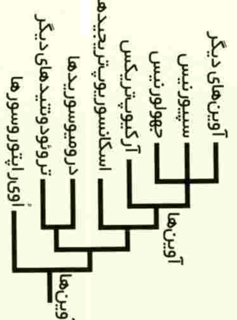
یکی از بنیادی‌ترین مسائل مربوط به تکامل پرندگان، تکامل مانی‌راپتورهایی است که در فصل‌های گذشــته با آن‌ها آشــنا شدیم و دیدیم که تا چه‌میزان به پرندگان شباهت داشتند. نباید فراموش‌کرد که هرکدام از این درخت‌های تکاملی تنها یک «نظریه» محســوب می‌شود و دانشــمندان در مورد آن‌ها گاهی اختلاف نظرهای زیــادی دارند؛ گرچه در مورد تکامل‌یافتن پرنــدگان از مانی‌راپتورها هیچ اختلاف نظری باقی‌نمانده است.

یکــی از دلایلــی کــه به ایــن اختلاف نظــر دامن‌می‌زند، مســئلهٔ زمــان زندگی مانی‌راپتورهاست. بیشترین نمونه‌های شناخته شده از مانی‌راپتورها مربوط به دورهٔ کرتاسه است؛ درحالی که آوین‌ها در پایان ژوراسیک ظاهر شده‌اند. با کنار هم قرار دادن این داده‌ها ناچاریم بپذیریم که گروه‌هایی مثل اُوی‌راپتوروســورها (← فصـ. ۴۲) از ژوراســیک میانی حضور داشته‌اند اما تاکنون سنگواره‌های آن‌ها در رسوبات این دوره به‌دست‌نیامده است. بنابراین، برخی دانشمندان معتقدند که شکل روابط خویشاوندی مانی‌راپتورها به‌ترتیبی که ما در مورد آن صحبت‌کردیم، نبوده است. آن‌هــا درخت دیگری پیشــنهاد می‌کنند کــه در آن اُوی‌راپتوروســورها بیش از آرکیوپتریکس به پرندگان امروزی نزدیک‌اند! به‌عبارت دیگر، گروه آوین‌ها شــامل داینونیکوســورها و اُوی‌راپتوروسورها نیز می‌شود. خوبی چنین نظریه‌ای این است که مسئلهٔ زمان را در مورد تکامل آوین‌ها حل‌می‌کند.

دو نظریه در مورد تکامل مانی‌راپتورها

از این دو درخت تکاملی، درخت ســمت چپ همان اســت که ما هم در این کتاب به آن پرداختیم. درخت ســمت راســت نظریهٔ متفاوتی اســت که بر اســاس آن، اُوی‌راپتوروسورها و اسکانسوریوپترها گروه‌های نزدیک‌به هم درنظر گرفته می‌شوند و آرکیوپتریکس در تبار داینونیکوسورها قرار می‌گیرد؛ بنابراین، داینونیکوسورها و اُوی‌راپتوروسورها نیز باید جزء آوین‌ها رده‌بندی شوند. البته شواهد استخوان‌شناسی درخت سمت چپ را بیشتر تأییدمی‌کند.



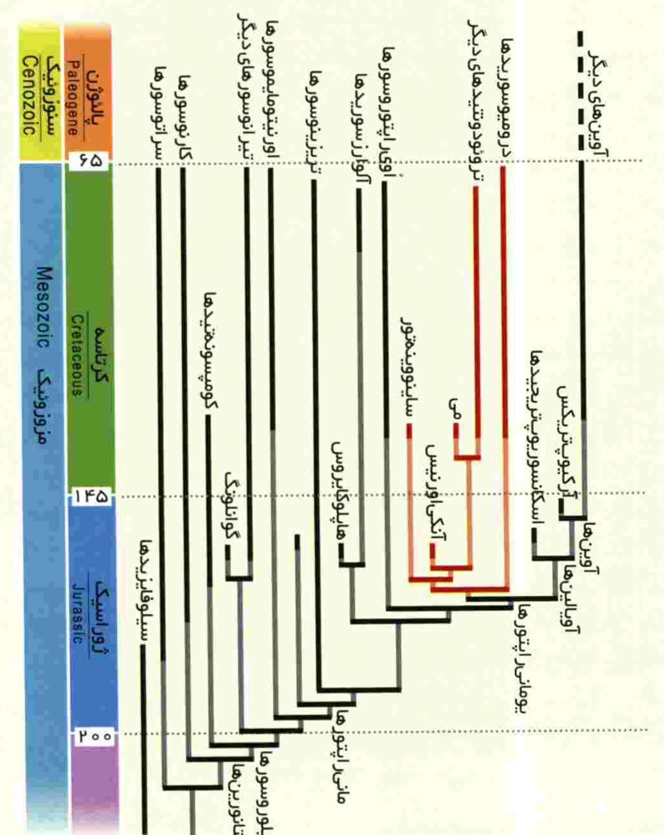


آرکیوپتریکس و مرغ خانگی بدون پر

بیشتر مردم، تصویر دایناسورها را بدون پر تصویری درست می‌دانند! همان‌طور که طی بیش از یک و نیم قرن گذشته، آرکیوپتریکس را پردار دیده‌اند اما درحقیقت، تصویر دایناســورها بدون پر همان‌قدر مسخره است که آرکیوپتریکس بدون پر یا حتی مرغ خانگی بدون پر! آرکیوپتریکس و داینونیکوسورها و دیگر مانی‌راپتورها تفاوت چندانی با هم نداشته‌اند و حتی شاید برخی از دایناسورهایی که تصویر بدون پرشان را بیشتر دوست داریم، از آرکیوپتریکس به پرندگان امروزی نزدیک‌تر بوده باشند!

مانی‌راپتورهای ژوراسیک و زمان گم‌شده

دو گــروه خواهــری (مثلاً تروئودونتیدها و دروموســوریدها) در درخــت تکاملی درنظر بگیرید. قدیمی‌ترین تروئودونتیدها از ژوراســیک بالایی و قدیمی‌ترین دروموســوریدها از کرتاســهٔ پایینی شــناخته شــده‌اند. با این‌حال، از آنجا که قدیمی‌تریــن تروئودونتید (آنکی‌اورنیس)از قدیمی‌ترین دروموســورید شناخته‌شده قدمت بیشتری دارد، ناچاریم بپذیریم که دروموســوریدها نیز دست‌کم از ژوراسیک بالایی وجود داشته‌اند (خط‌های صورتی) و پیدانشدن سنگوارهٔ آن‌ها تاکنون، دلیل بر نبودن آن‌ها در ژوراسیک نیست.



1- *Ichthyornis* 2- *Gansus*

آوین‌های آبزی، نزدیک‌ترین خویشاوندان پرندگان امروزی

هسـپرورنیس و ایکتیورنیـس[1]، دو نمونه از مهم‌ترین آوین‌هـای دریازی در دورهٔ کرتاسه بوده‌اند. سنگواره‌های آن‌ها مدت‌ها پیش کشف شده است و تا سال‌ها تنها اطلاعاتی که ما از تکامل پرندگان در دورهٔ کرتاسـه داشته‌ایم، به همین دو موجود محدود بوده است. وجود دندان در آن‌ها نشان می‌دهد که از دست دادن دندان‌ها در پرندگان امروزی و دیگر آوین‌های بی‌دندان جداگانه تکامل یافته‌است.

هسـپرورنیس پرنـده‌ای غواص و بی‌پرواز بـه طول ۱/۴ متر بود. هسـپرورنیس و ایکتیورنیس ۸۷ تا ۸۲ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیستند و هر دوی آن‌ها ماهی‌خوار بوده‌اند. ایکتیورنیس، که نزدیک‌ترین خویشاوند پرندگان امروزی است، تنها ۲۵ سانتی‌متر طول داشت.

گانسـوس[2] نمونهٔ آبزی و تازه کشف‌شـدهٔ دیگری اسـت که احتمالاً خویشـاوند ایکتیورنیس است. این آوین کوچک در حدود ۱۱۵ تا ۱۰۵ میلیون سال پیش در چین می‌زیست.

گانسوس

هسپرورنیس

پرندگان
سیمرغ در آینه

پرندگان، یا آن‌گونه که دانشمندان می‌نامند، نیورنیت‌ها[1] تنها گروه از دایناسورها هستند که تا امروز زنده‌مانده‌اند. این خزندگان پردار پروازگر و خون‌گرم، پس از ۶۵ میلیون سال هنوز هم متنوع‌ترین گروه مهره‌داران خشکی‌زی هستند. تنوعی از پرندگان پروازگر، دونده، جنگلی، دریازی، بیابانی، و... سراسر کرهٔ زمین را فراگرفته است. این دایناسورها توانستند از انقراض بزرگ ۶۵ میلیون سال پیش جان به‌دربرند اما بشر مدت‌هاست که شروع به منقرض‌کردن آن‌ها کرده است و اگر چاره‌ای اندیشیده نشود، در آینده‌ای نه چندان دور، نسل این آخرین بازماندگان از تبار دایناسورها نیز به دست خود ما منقرض‌خواهدشد.

ویژگی‌های پرندگان

پرندگان و خویشاوندان سنگواره‌شدهٔ آن‌ها ویژگی‌هایی دارند که آن‌ها را کمابیش به‌عنوان ویژگی‌های مشخص‌کنندهٔ پرندگان می‌شناسیم. با این‌حال، همان‌طور که در این کتاب دیدیم، بسیاری از این ویژگی‌ها در حقیقت ویژگی‌های گروه‌های کوچک و بزرگ دایناسورها هستند که به پرندگان نیز به‌ارث رسیده‌اند. به‌جز این ویژگی‌ها، صفاتی نیز هستند که در میان آوین‌ها، ویژهٔ خود پرندگان هستند و اگر در ترویود دیگری هم وجود دارد، به‌صورت تکامل هم‌گرا در میان آن‌ها ظاهرشده است (مثل بی‌دندان‌بودن که در اورنیتومایمیدها، اُوی‌راپتوریدها، کانفیوشس‌اورنیتیدها، و برخی انانتی‌اورنیت‌ها نیز دیده‌می‌شود). به‌جز این یکی، برخی از دیگر ویژگی‌های پرندگان عبارت‌اند از: متصل‌شدن استخوان درشت‌نی به استخوان‌های مچ پا و وجود دست‌کم ۱۵ مهرهٔ خاجی!

قدیمی‌ترین نمونه‌هایی که از پرندگان پیدا شده، متعلق به کرتاسهٔ بالایی است. سایر دایناسورهایی که پیش‌تر با عنوان پرنده شناخته می‌شدند (مثل آرکیوپتریکس)، آوین‌های دیگری هستند که خویشاوندی دور و نزدیکی با پرندگان امروزی داشته‌اند.

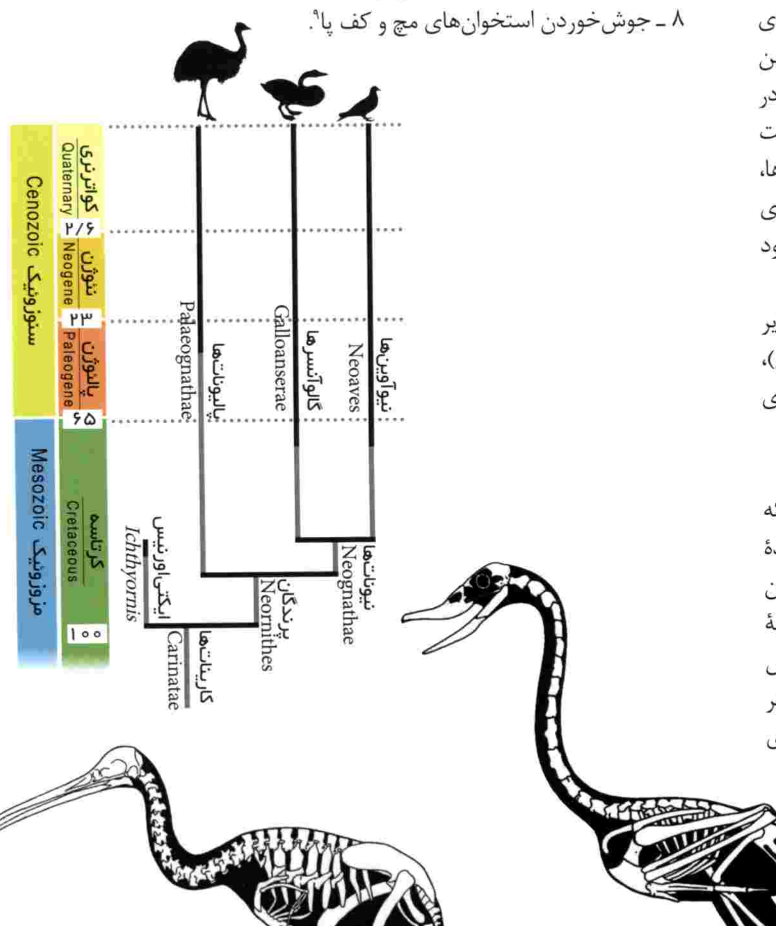
تکامل و تنوع پرندگان

پرندگان شامل دو تبار بزرگ می‌شوند: پالیونات‌ها[1] (شترمرغ‌ها، کیوی‌ها، و ... که پروازگر نیستند، نیز تیناموها که قدرت پرواز اندکی دارند) و نیونات‌ها[2] که دربرگیرندهٔ انواع گوناگون پروازگر و بی‌پرواز است. نیونات‌ها خود به دو گروه گالوآنسرها[4] (ماکیان خشکی‌زی و آبزی مثل بوقلمون، مرغ، قرقاول، اردک، غاز...) و نیوآوین‌ها[5] (بقیهٔ پرندگان) تقسیم می‌شوند. رده‌بندی پرندگان یکی از دشوارترین گره‌های دانش تکامل است. به‌نظر می‌رسد که به‌دلیل انشعاب سریع گروه‌های مختلف در اواخر کرتاسه، بسیاری از گروه‌ها دچار تکامل هم‌گرا با هم شده‌اند؛ بنابراین، به‌دشواری می‌توان آن‌ها را رده‌بندی کرد (در مورد انشعاب ← فصـ. ۴۲).

نگاهی به ساختار بدن پرندگان

اگر به موجوداتی مثل دایناسورها کاری نداشته باشیم، میان پرندگان و خزندگان معمول امروزی مثل مارمولک‌ها تفاوت‌های زیادی می‌بینیم. اغلب این تفاوت‌ها به قابلیت‌های پروازی خزندگان و پرندگان برمی‌گردد اما جالب است وقتی که به گذشته نگاه می‌کنیم، می‌بینیم بسیاری از این ویژگی‌ها برای کاربردهای دیگری در دایناسورها پیداشده‌اند اما پرندگان از آن‌ها برای بهترشدن پرواز خود سود برده‌اند. بسیاری از این ویژگی‌ها هم مختص پرندگان است و در دایناسورهای دیگر، حتی آن‌هایی که پروازگر بوده‌اند، دیده نمی‌شود. با هم به فهرستی از این ویژگی‌ها نگاهی می‌اندازیم:

۱ ـ ساختار شش‌ها و کیسه‌های هوایی (← فصـ. ۲۲).
۲ ـ دنبالچه (← فصـ. ۴۰ و ۴۲).
۳ ـ پرها و شاه‌پرها (← ← فصـ. ۹، ۱۱، ۳۶، ۳۷، ۳۹ و ۴۲).
۴ ـ جوش‌خوردن استخوان‌های لگن و مهره‌های خاجی (تشکیل سین‌ساکروم[6]).
۵ ـ استخوان جناغ بزرگ
۶ ـ استخوان چنبری[7] که از جوش‌خوردن دو ترقوه به وجود آمده است (← فصـ. ۳۰).
۷ ـ جوش‌خوردن استخوان‌های مچ و کف دست[8].
۸ ـ جوش‌خوردن استخوان‌های مچ و کف پا[9].



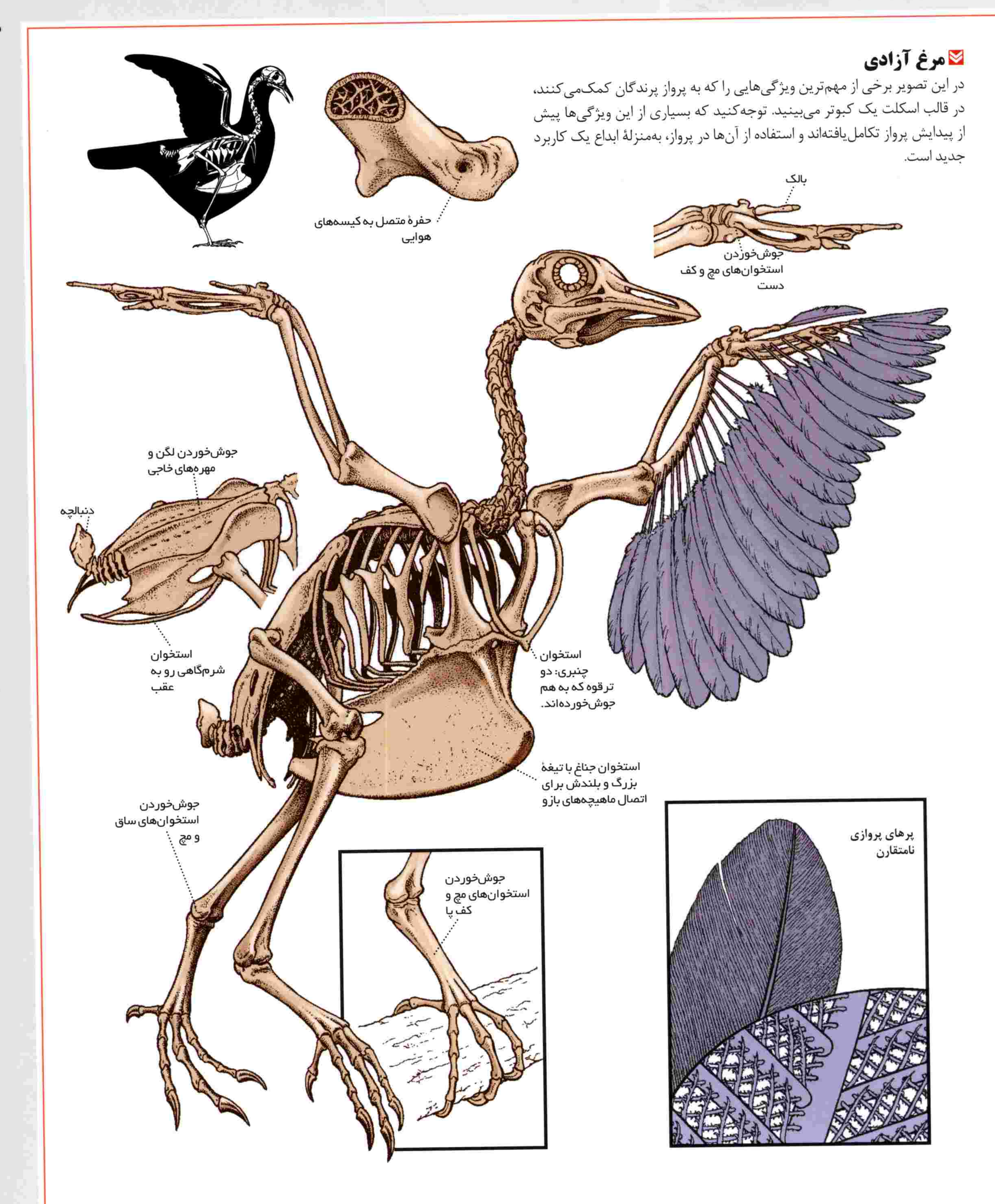


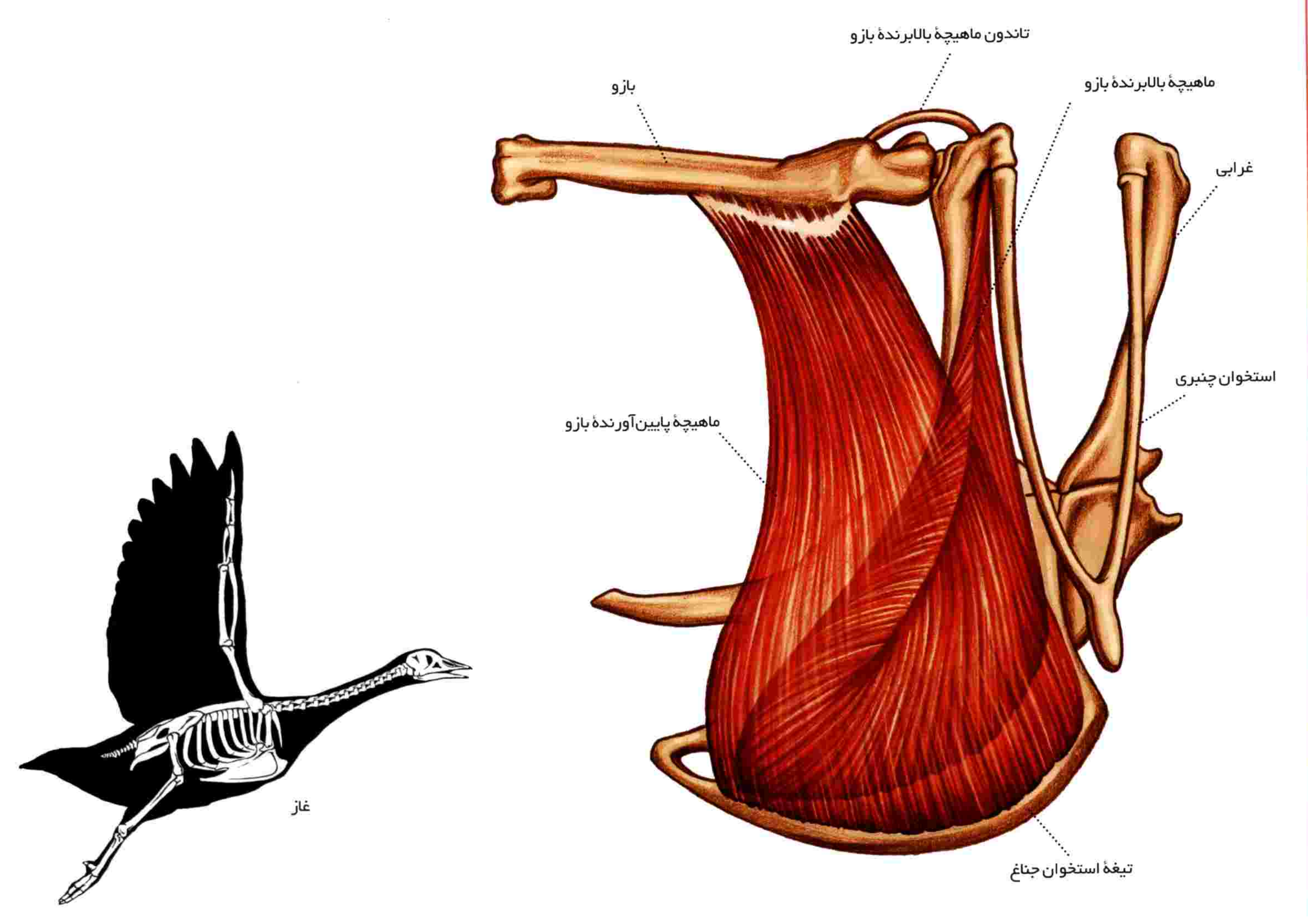
پرندگان امروزه در حدود ۹۰۰۰ گونهٔ شناخته‌شده دارند اما حدود ۲۰۰۰ سال پیش تعداد گونه‌های پرندگان به ۱۲۰۰۰ نوع هم می‌رسید.

1- Neornithes 2- Palaeognathae 3- Neognathae 4- Galloanserae 5- Neoaves 6- Synsacrum 7- Furcula 8- Carpometacarpus
9- Tarsometatarsus

مرغ آزادی

در این تصویر برخی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی را که به پرواز پرندگان کمک می‌کنند، در قالب اسکلت یک کبوتر می‌بینید. توجه کنید که بسیاری از این ویژگی‌ها پیش از پیدایش پرواز تکامل یافته‌اند و استفاده از آن‌ها در پرواز، به‌منزلهٔ ابداع یک کاربرد جدید است.





ماهیچه‌های پروازی، استخوان جناغ و دیگر هیچ!

پرواز، مهم‌ترین عامل موفقیت پرندگان و بقای آن‌ها تا امروز بوده است. جانوران دیگری هم بوده‌اند که توانایی پرواز را کسب کرده‌اند اما پرندگان، همیشه بهترین پروازگران زمین هستند. شاید به دلیل سازوکار بسیار عالی ماهیچه‌های پروازی، همان‌طور که در تصویر بالا می‌بینید، ماهیچهٔ پایین‌آورندهٔ بازو (که به‌ناچار شفاف ترسیم شده تا پشت آن هم قابل مشاهده باشد) از یک سمت به استخوان بازو متصل است و از سوی دیگر به تیغهٔ استخوان جناغ. این ماهیچه مهم‌ترین و قوی‌ترین ماهیچهٔ پروازی است؛ زیرا با پایین‌کشیدن بال، نیروی بالابرنده و پیش‌ران ایجاد می‌کند اما ماهیچه‌ای که قرار است بازو را به بالا برگرداند، به کجا متصل است؟ جالب است که این ماهیچه نیز به همان استخوان جناغ متصل شده است! سازوکاری فوق‌العاده باعث آن می‌شود که جمع‌شدن این ماهیچه، بازو و بال را بالابکشد. این ماهیچه از طریق یک تاندون محکم به بازو متصل است. این تاندون از حفره‌ای که در میان استخوان‌های چنبری و غرابی وجود دارد، پیچ می‌خورد و از سمت بالا به استخوان بازو متصل می‌شود! از جمله دلایل ما برای اینکه آرکیوپتریکس و دیگر آوین‌های ابتدایی پروازگران خوبی نبوده‌اند، کوچک‌بودن استخوان جناغ، کوتاه‌بودن استخوان غرابی، و نبودِ چنین سازوکاری در ماهیچه‌های آن‌هاست.

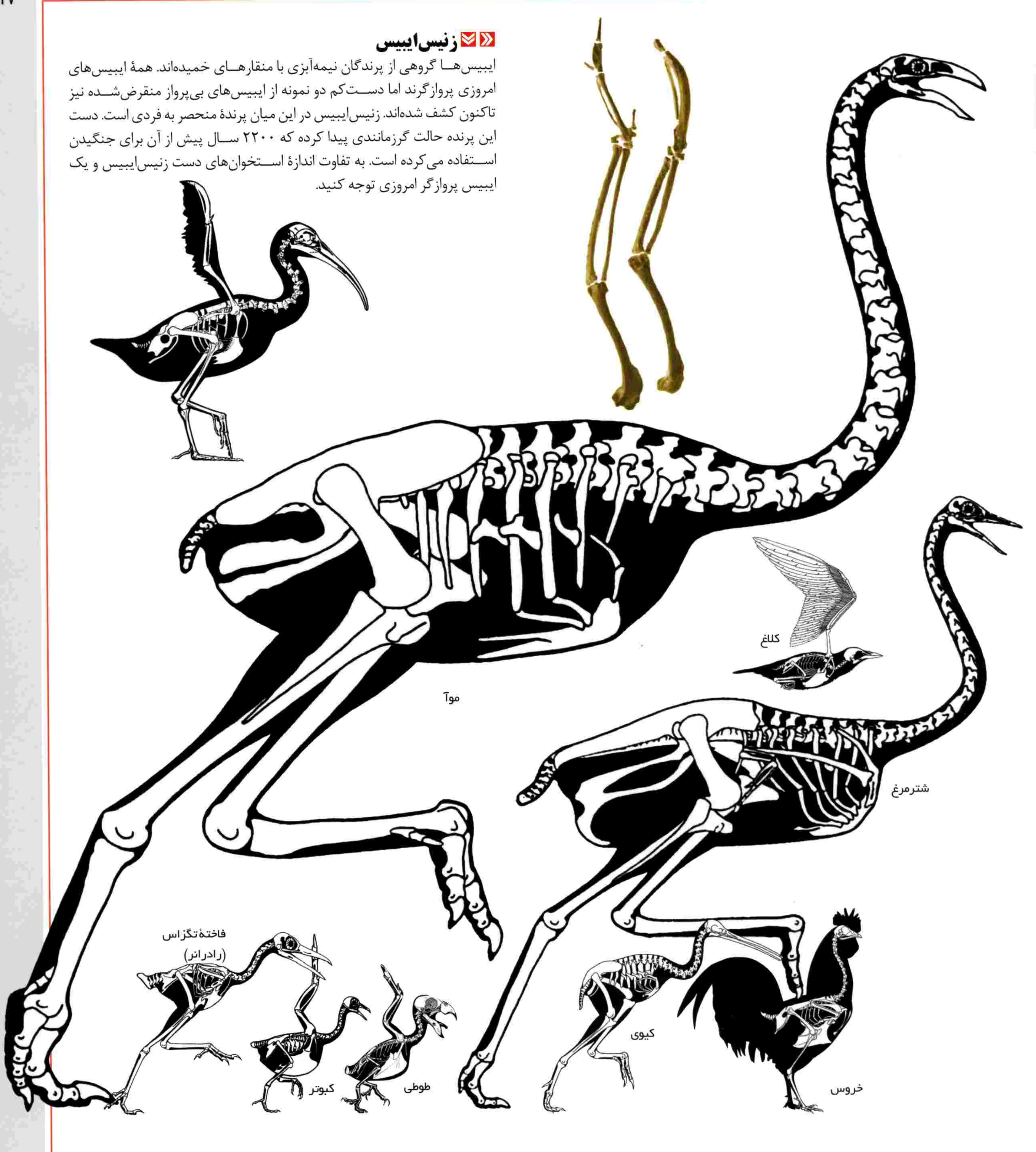
پرندگان بی‌پرواز

یومانی‌راپتورهای آغازین یا حتی پیش از آن‌ها، مانی‌راپتورهای آغازین، قدرت پرواز داشتند (اگرچه پروازشان خیلی خوب نبود). همین توانایی به مرور تکامل یافت تا سرانجام پرندگان امروزی پیدا شدند اما دیدیم که به جز پرندگان، چندین گروه بی‌پرواز نیز از نسل آن‌ها تکامل‌یافتند. داینونیکوسورها (← فصـ. ۴۴ و ۴۵) مهم‌ترین گروه پروازگری بودند که به‌تدریج قدرت پروازشان را از دست‌دادند و به شکارچیان بزرگ دونده تبدیل‌شدند اما این آخرین باری نبود که چنین اتفاقی می‌افتاد. گروه‌های دیگری از آوین‌ها (حتی آوین‌های خیلی ابتدایی) بارها بی‌پرواز شدند و به قدرت پاهای خود اتکا کردند. در صفحهٔ روبه‌رو، نمایی از چند پرندهٔ بی‌پرواز در کنار چند نمونهٔ با قدرت پرواز دیده‌می‌شود. غاز، کلاغ، خروس، طوطی و کبوتر استخوان‌های جناغ بزرگی دارند؛ درحقیقت، خروس هنوز قدرت پرواز دارد و اگر لازم شود می‌تواند چند متری پروازکند. خروس‌های وحشی حتی خیلی بهتر هم پروازمی‌کنند. موآ[1] (منقرض‌شده) و شترمرغ بزرگ‌ترین پرندگان کرهٔ زمین هستند (البته با صرف نظر از موجودات پرنده‌مانندی مثل جایگانتوراپتور و یوتاراپتور: ← فصـ. ۴۲ و ۴۵). دقت‌کنید که استخوان‌های مربوط به پرواز ـ مثل جناغ ـ در این پرندگان تا چه حد تحلیل‌رفته‌اند اما درعوض، این پرندگان لگن‌های بسیار بزرگی پیدا کرده‌اند. زنیس‌ایبیس[2] هم که در بالای بقیه دیده می‌شود، پرنده‌ای بی‌پرواز بوده که از بال‌های گرزمانندش برای جنگیدن با رقبا استفاده می‌کرده است.

1- *Dinornis* 2- *Xenicibis*

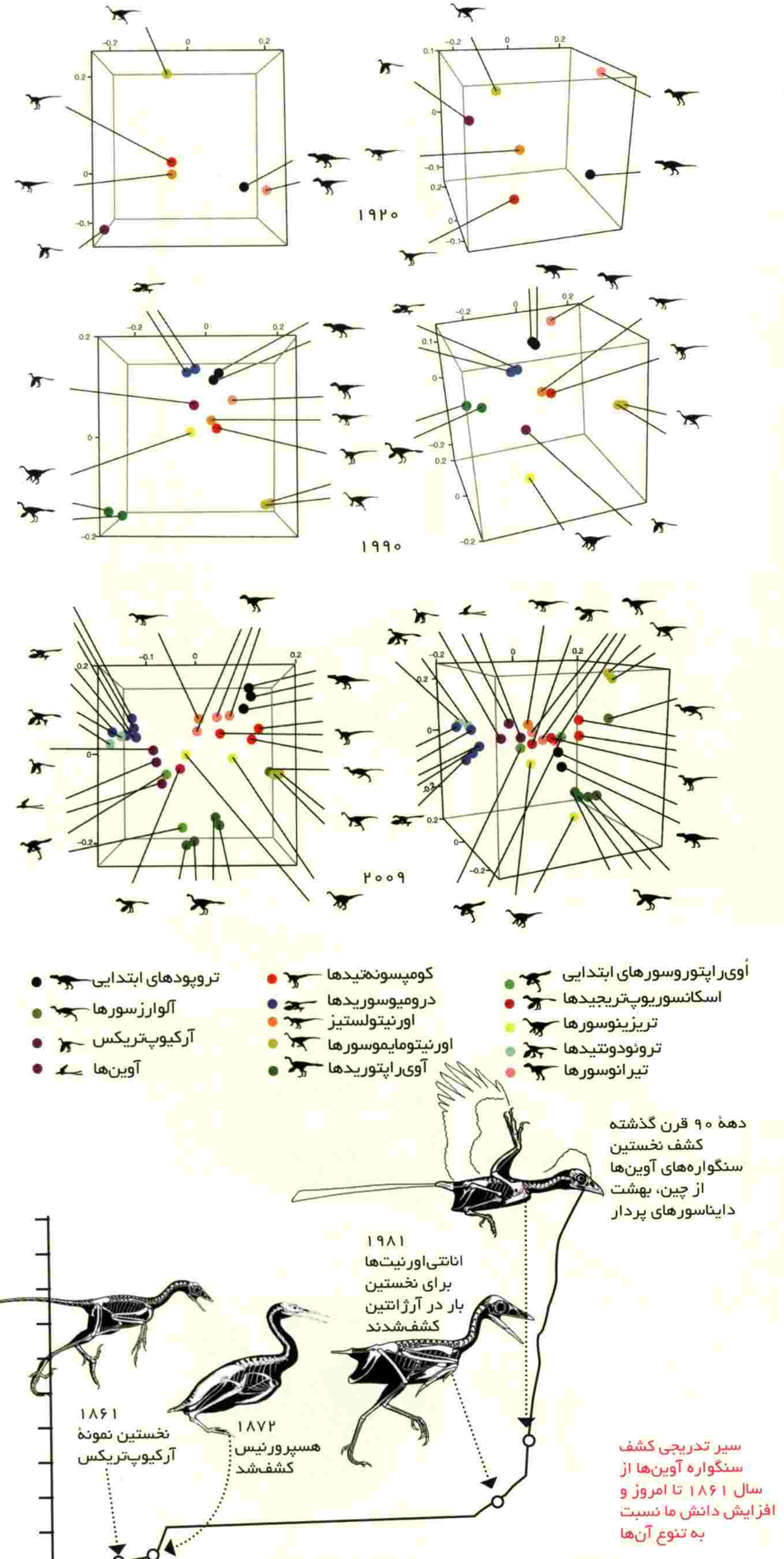
زنیس‌ایبیس

ایبیس‌ها گروهی از پرندگان نیمه‌آبزی با منقارهای خمیده‌اند. همهٔ ایبیس‌های امروزی پروازگرند اما دست‌کم دو نمونه از ایبیس‌های بی‌پرواز منقرض‌شده نیز تاکنون کشف شده‌اند. زنیس‌ایبیس در این میان پرندهٔ منحصر به فردی است. دست این پرنده حالت گرزمانندی پیدا کرده که ۲۲۰۰ سال پیش از آن برای جنگیدن استفاده می‌کرده است. به تفاوت اندازهٔ استخوان‌های دست زنیس‌ایبیس و یک ایبیس پروازگر امروزی توجه کنید.



آیا پرنده‌ها دیگر دایناسور نیستند؟

پرنده‌ها از تبار دایناسورها تکامل‌یافته‌اند؛ کسی در این موضوع تردیدی ندارد اما پذیرفتن این موضوع که پرنده‌ها نه تنها خویشاوند دایناسورها هستند بلکه خودشان یک زیرگروه از آن‌ها شمرده می‌شوند، برای خیلی‌ها قابل درک نیست. به‌ویژه اینکه بیشتر این افراد تصویری مانند خزندگان از دایناسورها در ذهن دارند. اگر ما در ابتدای قرن بیستم زندگی می‌کردیم، با توجه به دانش اندکی که دربارهٔ این موضوع داشتیم، این تردید قابل درک بود اما طی این یک قرن حجم اطلاعات ما پس از کشفیات پی‌درپی چندین برابر شده است. نمودار مقابل بر اساس طراحی یک فضای ریخت‌شناسی از ویژگی‌های انواع تروپودها رسم شده است. دو مکعب بالا، تروپودهای شناخته‌شده در دههٔ ۲۰ قرن گذشته را درون این فضای سه‌بعدی نمایش می‌دهند. برای درک بهتر، فضای سه‌بعدی هر مکعب از دو زاویهٔ مختلف ترسیم شده است. فاصلهٔ زیاد ریخت‌شناسی میان این دایناسورها را به‌روشنی می‌توان مشاهده‌کرد. آرکیوپتریکس به رنگ بنفش دیده می‌شود.
مکعب‌های میانی تروپودهای شناخته‌شده تا اواخر قرن بیستم را نشان‌می‌دهند. با توجه به شناخته‌شدن نمونه‌های بیشتر، به‌تدریج خوشه‌هایی از تروپودهای با ریخت‌شناسی مشابه درحال شکل‌گیری است. سرانجام، نمودار پایینی تروپودهای شناخته‌شده تا سال ۲۰۰۹ را نمایش‌می‌دهند. اکنون همهٔ این خوشه‌ها به هم نزدیک‌شده و پیوسته‌اند. اکنون اگر نقطهٔ بنفش‌رنگ مربوط به آرکیوپتریکس را پیداکنیم، خواهیم‌دید که دایناسورهای دیگری هم هستند که از نظر ریخت‌شناسی به آن بسیار شبیه‌اند. البته آن‌ها به دایناسورهای دیگری هم شباهت‌دارند و مسیر تکامل ریخت‌شناسی را تقریباً می‌توان پله‌به‌پله در این نمودار دنبال کرد. به نظر شما تا ده سال آینده شکل این نمودار چگونه خواهد بود؟
عدهٔ معدودی از دانشمندان، که هنوز ارتباط تنگاتنگ ریخت‌شناسی میان گروه‌های مختلف سیلوروسورها را درک‌نکرده‌اند، می‌کوشند با اشاره به تفاوت‌های پرندگان امروزی با سیلوروسورهای مزوزوئیک، نشان‌دهند که پرنده‌ها با دیگر دایناسورها تفاوت «خیلی زیادی» دارند و بنابراین، باید آن‌ها را به‌عنوان گروهی جدا درنظر گرفت. مشکل استدلال این افراد این است که ناچارند میان خزندگان و پرندگان مرزی ایجاد کنند که این مرز اغلب میان درومیوسوریدها و آرکیوپتریکس است: آن‌ها مایکروراپتور را خزنده‌می‌دانند ولی آرکیوپتریکس را خیر!
پاسخ درست این است که هم مایکروراپتور و هم آرکیوپتریکس و حتی پرنده‌های امروزی، همگی از تبار خزندگان و جزء آن‌ها هستند. پرندگان باید در دل خزندگان و دایناسورها باشند، نه جدا از آن‌ها؛ همان‌طور که خفاش‌ها و نهنگ‌ها به‌رغم تفاوت‌های زیادشان با دیگر پستانداران، جزء تبار پستانداران هستند. اکنون بهتر متوجه‌می‌شوید که چرا آمنیوت‌ها تنها شامل دو گروه خزندگان و پستانداران می‌شوند (← فصل ۵).

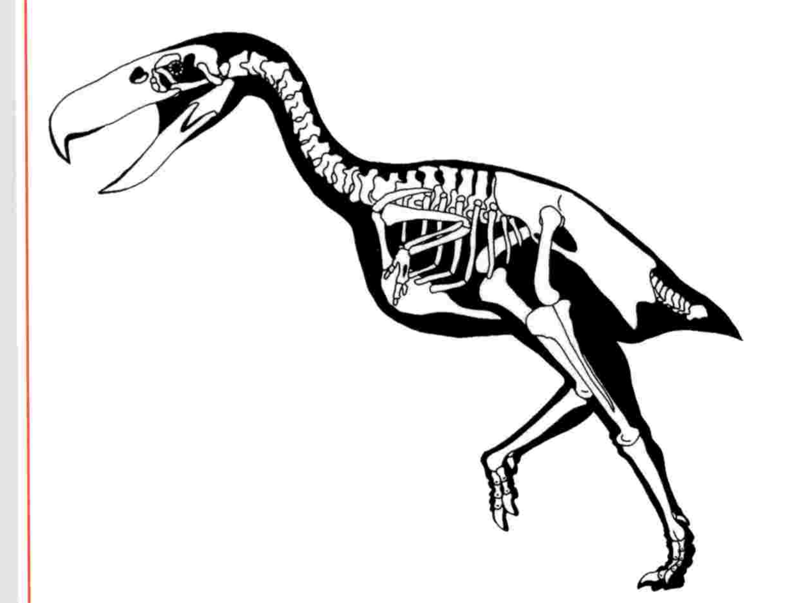


سیر تدریجی کشف سنگواره آوین‌ها از سال ۱۸۶۱ تا امروز و افزایش دانش ما نسبت به تنوع آن‌ها

حرفه‌ای‌ترین دایناسور گیاه‌خوار

هوآتزین[1] پرنده‌ای امروزی اســت، اما با ظاهری که گویــی از دوران مزوزوئیک به اینجا رانده‌شــده، یکی از تخصصی‌ترین دایناسورهای گیاه‌خوار محسوب می‌شود. معدهٔ این پرندهٔ برگ‌خوار، درســت مانند معدهٔ پستانداران نشخوارکننده، بزرگ و حجیم است و درست مثل معدهٔ گاو و گوسفند، مواد غذایی گیاهی درون این معده باقی می‌ماند تا تخمیر شــود. از همه جالب‌تر، جوجه‌های این پرنده‌اند که درست مثل نیاکان خود در دورهٔ مزوزوئیک چنگال‌های تیزی روی انگشــتان دست خود دارند که از آن‌ها برای بالارفتن از شاخ و برگ درختان استفاده می‌کنند! می‌بینید که پرندگان خیلی هم با نیاکان میلیون‌ها سال پیش خود متفاوت نیستند!

دایناسورهای شکارچی بزرگ در سنوزوئیک



آن‌طور که برای ما گفته‌اند، پس از انقراض دایناسورها، نوبت به پستانداران رسید و آن‌ها به پادشاهان زمین تبدیل‌شدند اما در حقیقت این طور نیست. ۶۵ میلیون سال پیش، وقتی اغلب دایناسورها و بسیاری موجودات دیگر منقرض‌شدند، نخستین گروهی که دوباره توانست کنام بوم‌شناختی شکارچیان بزرگ را تصاحب‌کند، همان دایناسورهای زنده‌مانده و جان‌به‌دربرده بودند.

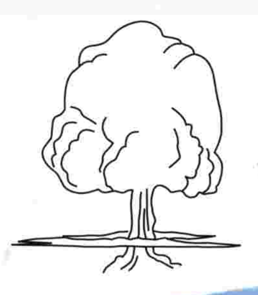
مرغان وحشــت[2]، که خویشــاوندان نزدیک سریاما هســتند (← فصـ. ۴۳)، از ۶۲ میلیون سال پیش (یعنی تنها سه میلیون سال پس از انقراض دیگر دایناسورها) تا همین دو میلیون سال پیش یکی از مهم‌ترین شکارگران آمریکای جنوبی بودند و حدود سه میلیون سال پیش حتی توانستند به آمریکای شمالی هم برسند. اگرچه خویشاوند امروزی آن‌ها، یعنی سریاما، تنها ۸۰ سانتی‌متر بلندی دارد، این پرندگان بی‌پرواز اغلب چیزی میان ۱ تا ۳ متر رشد می‌کردند. کلنکن[3] که تصویر اسکلتش را در اینجا می‌بینید، یکی از این پرندگان بوده که اخیراً کشف شده است و بزرگ‌ترین جمجمه را در میان پرندگان دارد. این پرنده در حدود ۱۵ میلیون ســال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیسته است.

1- *Opisthocomus hoazin* 2- Terror Birds 3- *Kelenken*



انقراض دایناسورها

در تاریخ زمین، انقراض پدیده‌ای شایع است. هر گونه‌ای که روی زمین پیدا می‌شود، به‌طور متوسط ٤ میلیون سال زندگی می‌کند و سپس منقرض می‌شود یا جمعیتی کوچک به‌جا می‌گذارد که به گونه‌ای جدید تکامل می‌یابند اما گاهی نیز فجایعی در طبیعت رخ می‌دهد که موجب انقراض جمعی تعداد زیادی از موجودات می‌شود. پیدایش دایناسورها و پستانداران و نیز برتری یافتن دایناسورها به پستانداران، وابسته به یکی از همین انقراض‌ها بوده است (← فصل ۷). انقراض‌های جمعی کوچک‌تری نیز طی مزوزوئیک رخ دادند که باعث انتقال قدرت به گروه‌های تازه‌تری از دایناسورها شدند. دایناسورها با دو انقراض بزرگ دیگر هم روبه‌رو شدند: انقراض بزرگی که ٦٥ میلیون سال پیش ۵۰ درصد گونه‌های کرهٔ زمین را نابودکرد و بیشتر دایناسورها در همین زمان منقرض شدند؛ انقراض آخر هم فاجعهٔ بزرگی است که به دست بشر در حال رخ‌دادن است و بسیاری از پرندگان ـ این دایناسورهای زنده ـ را به کام مرگ کشانده است. آن گونه که بسیاری بوم‌شناسان می‌گویند، این انقراض نسبت به انقراض ٦٥ میلیون سال پیش قدرت تخریب بیشتری دارد.



۵۰ میلیون

بمب اتمی
که یکی از آن‌ها شهر هیروشیما را نابودکرد، معادل شهاب‌سنگی به قطر ۱۰ کیلومتر انرژی آزادمی‌کنند.

۱۰ کیلومتر

قطر شهاب‌سنگی که دهانهٔ چیکشولوب را ایجاد کرده است.

شهاب‌سنگی که به دورهٔ کرتاسه پایان داد

دایناســورها و بسیاری جانوران دیگر، از جمله تروسورها، خزندگان آبزی، انواعی از کروکودیل‌ها، برخی پستانداران و ماهی‌ها و دوزیستان ناگهان در ۶۵ میلیون سال پیش در فاجعه‌ای جهان‌گیر از روی کرهٔ زمین ناپدید شدند. در دههٔ ۱۹۸۰ لوییس آلوارز[1]، فیزیک‌دان و برندهٔ جایزهٔ نوبل فیزیک، به همراه پســرش، که زمین‌شناس معروفی بود، متوجه شدند که در رسوبات ۶۵ میلیون سال پیش، که از سراسر جهان جمع‌آوری شــده بود، میزان نامعمولی از عنصر ایریدیوم دیده می‌شود. ایریدیوم در پوستهٔ زمین بسیار نایاب است اما در سیارک‌ها (سنگ‌های آسمانی کوچکی که در مدار بین مریخ و مشتری دور خورشید می‌گردند) بیشتر یافت‌می‌شود. بدین‌ترتیب، مســئلهٔ انقراض دایناســورها برای آن‌ها و جامعهٔ علمی حل شده به‌نظر می‌رسید: ســیارکی عظیم در آن زمان با زمین برخورد کرده بود و موجب انقراض ۷۰ درصد جانوران بزرگ و ۵۰ درصد از کل گونه‌های کرهٔ زمین شــده بود. مدتی بعد، محل برخورد این ســیارک در خلیج کمپیش[2] شناسایی و به دهانهٔ چیکشولوب[3] معروف شد. طبق برآورد زمین‌شناسان، قدرت این انفجار به حدی بود که موجب سوختن کل قارهٔ آمریکای شــمالی و تیره‌وتار شــدن جو زمین برای هزاران سال شده‌است. به تازگی دو اثر برخورد بزرگ دیگر در اقیانوس هند و شــرق اروپا کشــف شده‌اند که نشان می‌دهند تنها یک سنگ آسمانی موجب بروز این فاجعه نشده است. این احتمال وجود دارد که باز هم آثار برخوردهای دیگری پیدا شود؛ زیرا ستاره‌شناسان اکنون به این نتیجه رســیده‌اند که کرهٔ زمین احتمالاً با مجموعه‌ای از سیارک‌ها یا ســتاره‌های دنباله‌دار برخورد کرده است. از عوامل دیگری که احتمالاً در بروز این فاجعه دخیل بوده‌اند، فوران‌های پی‌درپی آتش‌فشــانی و خروج گازهای سمی زیاد به جو زمین بوده است.

اما هنوز سؤال بسیار بزرگی در ذهن دانشمندان بوم‌شناس وجود دارد: چه چیزی باعث شد که بیشتر انواع گونه‌گون دایناسورها، تروسوروها و بسیاری جانوران دیگر نابود شوند اما در این میان فرصت بقا به پرندگان، کروکودیل‌ها، مارها و مارمولک‌ها، لاک‌پشت‌ها و پستانداران داده شود؟ آیا الگویی بوم‌شناختی در انقراض دایناسورها دیده‌می‌شــود که به کار بوم‌شناسان امروزی و مسئلهٔ انقراض بزرگ جانوران عصر حاضر یاری‌برساند؟

در حقیقــت آری. در همین کتاب، به‌عمد درخت‌های تکاملی فراوانی با دقت زیاد ترسیم شده‌اند تا نشان داده شود که اغلب دایناسورهای کرتاسه چند میلیون سال پیش‌تر از انقراض بزرگ منقرض شده بودند. انقراض فاجعه‌بار ۶۵ میلیون سال پیش تیر خلاصی بود که آخرین نفس‌های تنوع روبه‌افول دایناسورها در پایان کرتاسه را گرفت. این کاهش تنوع شما را به یاد واقعهٔ خاصی در جهان امروزی نمی‌اندازد؟



1- Luis W. Alvarez 2- Campeche Bay 3- Chicxulub Crater

دایناسورهای ایران
سرزمین اژدها و سیمرغ

کشور ما، ایران، برای بسیاری از زمین‌شناسان یک بهشت واقعی است اما بیشتر مردم نمی‌دانند که ایران بهشت دیرینه‌شناسان نیز هست. با وجود اینکه هنوز حتی یک سنگوارهٔ کامل دایناسور از سرزمین ایران کشف نشده است، در اینکه روزگاری بسیار پیش‌تر در دورهٔ ژوراسیک، کشور ما نیز محل زندگی دایناسورها بوده است، تردیدی وجود ندارد. به‌ویژه با وجود سنگواره‌های ردپا و استخوان‌هایی که در چند سالهٔ اخیر در بسیاری از نواحی ایران کشف شده‌اند. ایران در دورهٔ ژوراسیک مجمع‌الجزایری گرمسیری در جنوب اوراسیا و شمال اقیانوس تتیس بوده است. سنگواره‌های دایناسورهای ایران مربوط به همین زمان و مکان هستند. بعدها با نزدیک‌شدن هند، آفریقا و عربستان به اوراسیا اقیانوس تتیس که در میان آن‌ها بود، ناپدید شد. قسمت‌هایی از مناطق جنوب غربی ایران امروزی، طی دورهٔ کرتاسه بر اثر فشارهای ناشی از نزدیک‌شدن عربستان و آفریقا چین‌خوردند و خشکی‌ها و کوهستان‌های جدیدی را به‌وجود آوردند که امروزه زاگرس نامیده می‌شوند. شاید در آینده بتوان آثاری از دایناسورهای دورهٔ کرتاسه هم در این نواحی پیدا کرد.

نخستین ردپای دایناسور در ایران

در سال ۱۳۵۰، دو زمین‌شناس ایرانی که در اطراف کرمان به جست‌وجوهای زمین‌شناسی مشغول بودند، توانستند نخستین مدرک قطعی مبنی بر زندگی دایناسورها در ایران را کشف‌کنند: ردپاهای سه‌انگشتی بسیار زیبایی که پس از ساعت‌ها پیاده‌روی در درهٔ نیزار، در مقابل چشمان این جویندگان سخت‌کوش ظاهر شدند.همین کشف کافی بود تا بسیاری از دانشمندان زمین‌شناس و جانورشناس خارجی، که در آن سال‌ها در ایران مشغول گشت‌وگذار بودند، به این ردپای تازه‌کشف‌شده سری بزنند. سرانجام، دانشمندی فرانسوی با بازدید از ردپاها در گزارش‌های رسمی سازمان زمین‌شناسی ایران مقاله‌ای منتشرکرد و آن ردپاها را متعلق به اورنیتوپودهای متوسط مثل کامپتوسورس (← فصـ. ۱۶) دانست.

به‌جز این کشف مهم، یک ردپای سه‌انگشتی هم در منطقهٔ البرز مرکزی توسط زمین‌شناسی ایرانی به نام آقای دکتر نوگل‌سادات گزارش شده که احتمالاً قدمت آن به اندازهٔ ردپاهای کرمان بوده است. این ردپای سه‌انگشتی مشخصاً به یک تروپود بزرگ (← فصـ. ۳۱-۳۵) تعلق داشته است. در سال ۱۳۸۱ دکتر مجید میرزایی‌عطاآبادی (که در آن زمان دانشجوی زمین‌شناسی بود) گروهی اکتشافی تشکیل داد تا پس از سه‌دهه دوباره به کرمان و جاهای دیگر ایران بروند و آثار درهٔ نیزار را از نزدیک بررسی‌کنند و در مناطق دیگر به جست‌وجوی سنگوارهٔ دایناسورها بپردازند.به‌جز خود مجید میرزایی، محمد پورباغبان و عرفان خسروی (نگارندهٔ همین کتاب)، که در آن زمان دانشجویان جوان زمین‌شناسی و جانورشناسی بودند، نیز چکش‌های زمین‌شناسی خود را به‌دست گرفتند و به همراه زمین‌شناسان سازمان زمین‌شناسی کرمان به کوهستان‌های کرمان رفتند. البته دو دیرینه‌شناس بزرگ معاصر به نام‌های الکساندر کلنر[1] و فابیو مارکو دالاوکیا[2] هم این گروه را همراهی می‌کردند. کلنر یکی از دانشجویان جانورشناس خود را، که متخصص آماده‌سازی سنگواره‌ها بود، به همراه آورده بود تا اگر سنگواره‌ای پیداشد، سخت‌ترین قسمت کار، یعنی بیرون‌کشیدن استخوان‌های شکننده و ظریف دایناسورها از میان ماسه‌سنگ‌های سخت به دست فردی ماهر انجام‌شود. این جانورشناس و سنگواره‌شناس ماهر هم الدر دپائولا سیلوا[3] نام داشت.

نخستین آثار دایناسورهای ایران در کجا پیداشدند؟

محل کشف نخستین ردپای دایناسورهای ایران در اطراف کرمان بود؛ آثار دیگری نیز در منطقهٔ البرز کشف شده‌اند و گزارش‌های متعددی از آثار و ردپاهای دایناسورها در دیگر نقاط کوهستانی ایران در دست است که هیچ‌کدام به خوبی گزارش نشده‌اند.





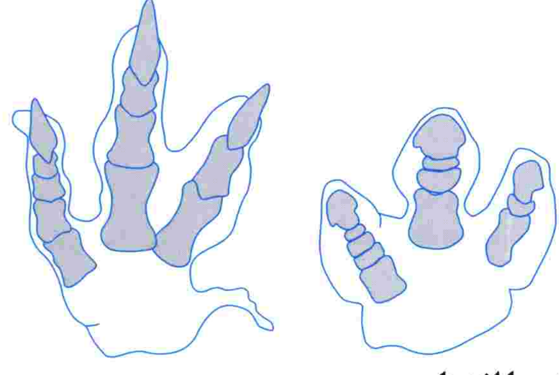
بازدید گروه از ارگ بم

اعضای گروه پی‌جویی دایناسورها پس از چندین روز که در بیابان‌ها و کوهستان‌های اطراف کرمان سپری‌کردند، به بزرگ‌ترین و قدیمی‌ترین بنای خشتی جهان سری زدند. حیرت دیرینه‌شناسان خارجی وقتی در برابر دروازه‌های عظیم ارگ قرار گرفتند، بسیار دیدنی بود!

1- Alexander Kellner 2- Fabio Marco Dalla Vecchia 3- Helder de Paula Silva

ردپای شکارچی

برخلاف نظر دانشمند فرانسوی، که ردپای درهٔ نیزار را متعلق به یک دایناسور گیاه‌خوار می‌دانست، ما فکر می‌کنیم که این ردپا به یک دایناسور شکارچی تعلق داشته است. در اینجا می‌توانید تفاوت شکل ردپاهای تروپودها و اورنیتوپودها را ببینید. ردپای سمت چپ، متعلق به یک تروپود (دایناسور شکارچی) و تصویر سمت راست متعلق به یک اورنیتوپود (دایناسور گیاه‌خوار) است.



چند قدم با اژدها

خوشبختانه آثاری که در کرمان کشف شده‌اند، تنها ردپاهای منفرد نیستند بلکه دربرگیرندهٔ چند قدم از یک مسیر عبورند. این طرحی است که در گزارش سازمان زمین‌شناسی در سال ۱۳۵۰ از دو تخته‌سنگ اصلی حاوی ردپاها ترسیم شده است. از فاصلهٔ میان ردپاها و اندازهٔ آن‌ها می‌توان حدس زد که تروپودی تقریباً ۴_۳ متری مشغول قدم‌زدن در ساحل آرام اطراف مرداب بوده است!

پس از عبور این حیوان، ردپاها دست‌نخورده مانده‌اند و به‌تدریج روی آن‌ها را رسوباتی متفاوت پوشانده است. سپس همهٔ آن‌ها برای مدتی حدود ۱۵۰ تا ۱۷۰ میلیون سال زیر فشارهای شدید به سنگ تبدیل شده و پس از چین‌خوردگی لایه‌های رسوبی و تخریب لایه‌های رویی، دوباره این ردپاها نمایان شده‌اند. متأسفانه سرانجام این ردپای پربها به‌دست عده‌ای نادان تخریب شد.





نخستین ردپای دایناسور

تصویر سیاه‌وسفید بالا، مربوط به سال ۱۳۵۰ است. دانشمندان مشغول اندازه‌گیری و ثبت ردپای کشف‌شده در درهٔ نیزار هستند. تصویردیگر را نویسندهٔ این کتاب در سال ۱۳۸۱ از همکاران خود در کنار همان ردپا گرفته است؛ به‌ترتیب از چپ به راست: سیلوا، کلنر، دالاوکیا و میرزایی.



دشواری‌های کار

سیلوا جانورشناس جوانی بود که سال‌ها در کنار کلنر کار آماده‌سازی سنگواره‌ها را انجام می‌داد. سنگواره‌های دایناسورها بسیار نرم و شکننده‌اند و در دل سنگ‌های بسیار سخت محبوس شده‌اند. تنها یک فرد چیره‌دست می‌تواند آن‌ها را سالم از دل سنگ بیرون بیاورد. این کار گاهی بیش از یک روز کامل وقت می‌گیرد.



قطعه‌ای از استخوان دایناسور در میان سنگ دیده‌می‌شود.

مجید و الدر عینک ایمنی به چشم‌زده‌اند و با ابزارهای تخصصی به جان یک صخرهٔ حاوی سنگوارهٔ دایناسور افتاده‌اند!

ایران آن زمان کجا بود؟

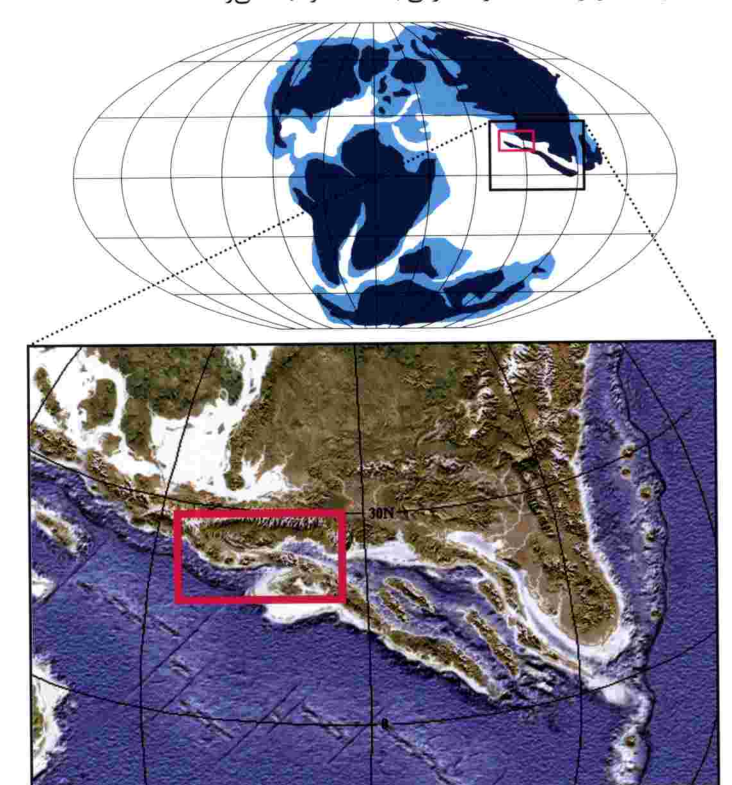
در دورهٔ ژوراسیک، ترکیه، ایران مرکزی، سرزمین هلمند (در افغانستان) و سرزمین تبت جزیره یا مجمع‌الجزایری کشیده و طولانی را در جنوب اوراسیا و شمال اقیانوس تتیس تشکیل‌می‌دادند. در آن زمان هنوز هند در جنوب کرهٔ زمین در کنار آفریقا و استرالیا قرار داشت. اقیانوس تتیس، که بعدها ناپدید شد، میان اوراسیا در شمال و هند و آفریقا و عربستان در جنوب کشیده شده‌بود.

اغلب قسمت‌های اروپا (که در آن زمان از شرق به آسیا و از غرب به آمریکای شمالی چسبیده‌بود) مثل ایران از جزیره‌های کوچک در میان دریاهای کم‌عمق تشکیل شده‌بودند. بنابراین، انتظار داریم که دایناسورهای مشابهی در هر دو سرزمین وجود داشته باشند. کشفیات دانشمندان در اروپا نشان می‌دهد که دایناسورهای اروپایی ساکن جزایر نسبت به نمونه‌های مشابه، که ساکن آمریکای شمالی و آسیا بوده‌اند، اندازه‌های کوچکی داشته‌اند. معدود آثاری که از دایناسورهای ایرانی هم به‌دست‌آمده، متعلق به دایناسورهای کوچک و متوسط است. بنابراین، انتظار نداریم که دایناسورهایی غول‌پیکر در ایران کشف شوند اما به‌دنبال آثاری از نخستین مراحل پراکنش و تنوع مانی‌راپتورها (← فصـ. ۳۹) در ایران هستیم. به‌ویژه حدس می‌زنیم پیدایش یومانی‌راپتورها و پرندگان (← فصـ. ۴۳-۴۸) نیز در مناطقی جزیره‌ای رخ داده باشد.

موقعیت ایران در دورهٔ ژوراسیک

نقشه سمت چپ، وضعیت خشکی‌ها و دریاهای کرهٔ زمین در ۱۵۲ میلیون سال پیش را نشان می‌دهد.

نقشهٔ بالا وضع دقیق‌تر منطقهٔ شمالی اقیانوس تتیس را با چند میلیون سال اختلاف نسبت به نقشهٔ بالا نمایش می‌دهد. قسمت‌های آبی رنگ اقیانوس‌ها، و قسمت‌های سفید رنگ دریاهای اطراف قاره‌ها هستند. ایران به جنوب غرب آسیا و جنوب اروپا متصل است و از سمت جنوب شرقی به هلمند و تبت می‌رسد.



دندان اژدها

محمد پورباغبان، یکی از اعضای گروه پی‌جویی دایناسورها، افتخار کشف مهم‌ترین یافتهٔ گروه را از آن خود کرد. زمانی که گروه مشغول بررسی تک‌تک صخره‌های کوچک و بزرگ و سرخ‌رنگ منطقهٔ بیدو بود، یک نقطهٔ بسیار کوچک و روشن آبی‌رنگ در زمینهٔ سرخ توجه محمد را جلب‌کرد. نمی‌شد فهمید که این نقطهٔ آبی‌رنگ واقعاً چه‌چیزی می‌تواند باشد. بنابراین، گروه صخره را از کوه جدا کرد تا به اردوگاه منتقل‌کند. الدر تقریباً تمام روز بعد را با چندین بسته چسب قطره‌ای و ابزارهای بسیار ظریف به این صخرهٔ مرموز اختصاص داد. پس از ساعت‌ها عرق‌ریختن در زیر آفتاب گرم شهریور، این سنگوارهٔ ۱۵۰ میلیون‌ساله از دل سنگ بیرون‌آمد. دندانه‌های ظریف لبهٔ این دندان نشان می‌دهد که صاحبش دایناسوری گوشت‌خوار بوده است.



آب‌وهوای ایران در آن زمان چگونه بوده است؟

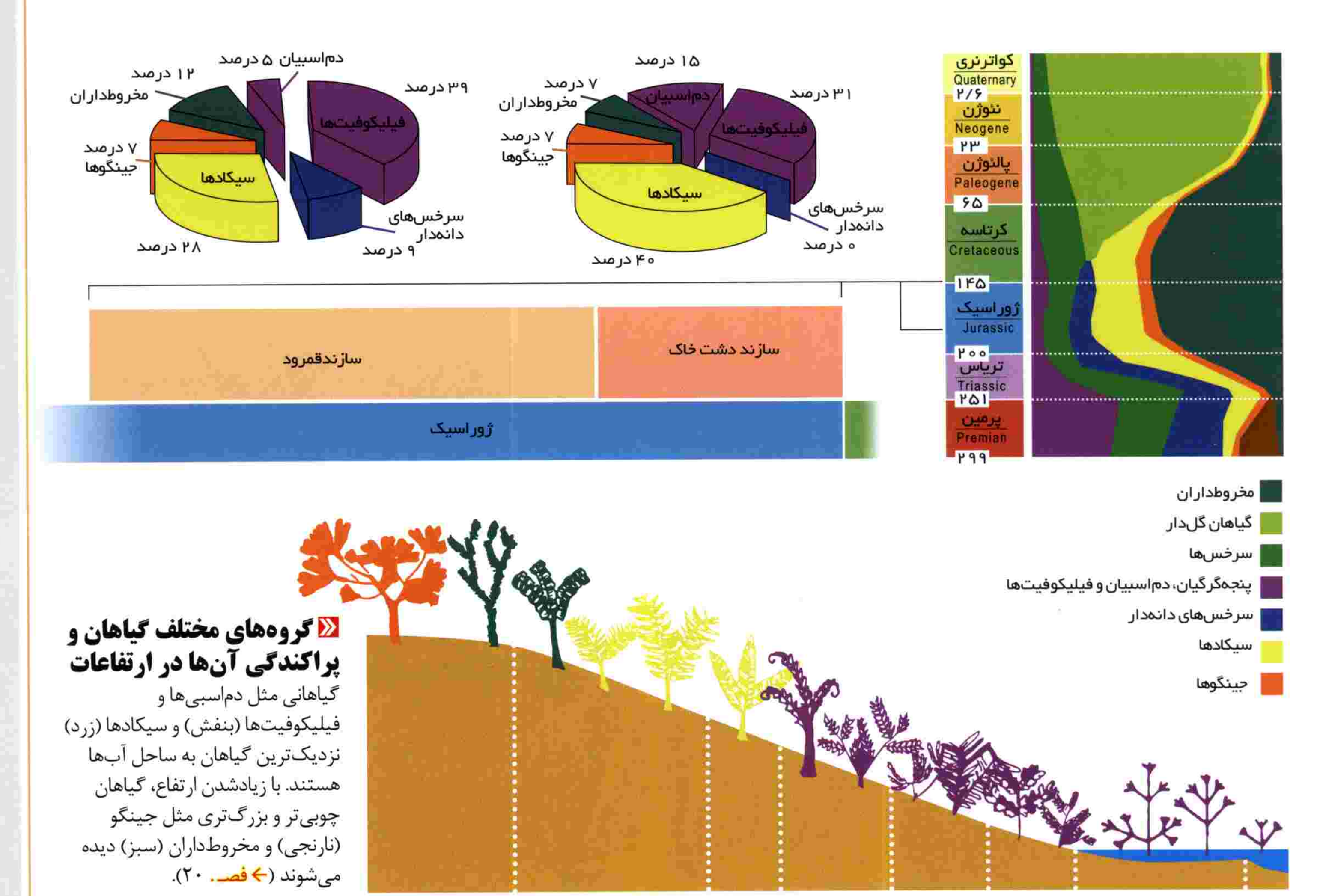
بررسی سنگواره‌های گیاهی بهترین راه برای درک چگونگی آب و هوای ایران است. با استناد به آثار مختلف گیاهی و محیط‌های مورد علاقهٔ آن‌ها می‌توان حدس زد که چه شرایط بوم‌شناختی‌ای بر ایران حاکم بوده است. بررسی‌ها نشان‌می‌دهد که برخلاف بیشتر نقاط جهان، که در آن‌ها طی ژوراسیک بیشترین تنوع گیاهی متعلق به مخروط‌داران (مثل کاج و سرو) بوده، در ایران نسبت مخروط‌داران بسیار پایین‌تر بوده است. مخروط‌داران گیاهان معمول مناطق بلند، سرد و خشک‌اند. در مناطق مرطوب‌تر گیاهان دیگری مثل سیکادها، سرخس‌ها و دم‌اسبی‌ها زندگی‌می‌کنند. امروزه تنوع سیکادها بسیار کم است و احتمالاً نسل آن‌ها به‌زودی منقرض می‌شود. سرخس‌ها و دم‌اسبی‌ها هم به مناطق بسیار مرطوب اطراف رودخانه‌ها محدود شده‌اند. در عوض، در ایران دورهٔ ژوراسیک گسترش گیاهان مناطق مرطوب و کم‌ارتفاع بیش از بقیهٔ گروه‌ها بوده است. به مرور زمان و با نزدیک‌شدن به ژوراسیک بالایی، نسبت مخروط‌داران باز هم کمتر و نسبت گیاهان مناطق مرطوب کم‌ارتفاع بیشتر می‌شود. این موضوع که گیاهان مناطق خشک و سرد و مرتفع سرزمین ایران کمتر از گیاهان مناطق گرم و مرطوب و کم‌ارتفاع بوده‌اند، نشانگر خوبی برای آب و هوای گرم‌تر و مرطوب‌تر ایران در دورهٔ ژوراسیک نسبت به بقیهٔ نقاط جهان است. کمبود گیاهان مخروط‌دار نشان‌دهندهٔ دو حقیقت دیگر هم هست: کم‌ارتفاع‌بودن و کم‌مساحت‌بودن خشکی‌ها در ایران، و کمتر بودن گیاه‌خوارانی که متخصص تغذیه از این گیاهان بوده‌اند. به‌عبارت دیگر، ایران مجموعه‌ای از جزایر گرمسیری مردابی با گیاهان کوچک و متوسط رطوبت‌دوست، و بیشتر محل زندگی دایناسورهای گیاه‌خوار کوچک‌تر بوده است.

نسبت گروه‌های مختلف گیاهان طی دوران مختلف

ازپایین (اواخر پالئوزوئیک) تا بالای (امروز) این نمودار می‌توان تغییرات پراکنش و تنوع گروه‌های مختلف گیاهان را مشاهده‌کرد. طی ژوراسیک و کرتاسه تنوع مخروط‌داران بیش از بقیهٔ گیاهان است. با پیدایش گیاهان گل‌دار در کرتاسه، تنوع گروه‌های دیگر گیاهان به نسبت کمتر می‌شود اما تا پایان کرتاسه همچنان مخروط‌داران متنوع‌ترین گیاهان کرهٔ زمین هستند.

تغییر نسبت گروه‌های مختلف گیاهان سنگوارهٔ ایران طی ژوراسیک

قم‌رود و دشت‌خاک از مهم‌ترین سازندهای زمین‌شناسی حاوی سنگوارهٔ گیاهان هستند. به تغییرات نسبت گروه‌های مختلف گیاهان در این دو سازند توجه‌کنید. برخلاف بقیهٔ جهان، مخروط‌داران و جینگوها در این دو ناحیه اندک هستند و در عوض سیکادها، دم‌اسبیان و فیلیکوفیت‌ها فراوان هستند.



گروه‌های مختلف گیاهان و پراکندگی آن‌ها در ارتفاعات

گیاهانی مثل دم‌اسبی‌ها و فیلیکوفیت‌ها (بنفش) و سیکادها (زرد) نزدیک‌ترین گیاهان به ساحل آب‌ها هستند. با زیادشدن ارتفاع، گیاهان چوبی‌تر و بزرگ‌تری مثل جینگو (نارنجی) و مخروط‌داران (سبز) دیده می‌شوند (← فصل ۲۰).

اثر جزیره‌ای چیست؟

جانورشناسان مدت‌هاست که متوجه شده‌اند حیوانات جزیره‌نشین با حیوانات ساکن سرزمین‌های بزرگ تفاوت‌های جالبی دارند. مهم‌ترین این تفاوت‌ها، تفاوت اندازهٔ این جانوران است.

معمولاً حیوانات بزرگ‌تر (به‌خصوص گیاه‌خوارانِ بزرگ) در جزایر به حیوانات کوچک تبدیل می‌شوند و حیوانات کوچک (مثلاً موش‌ها) در جزایر اندازه‌های بزرگ‌تری پیدامی‌کنند.

نمودهای مختلف اثر جزیره‌ای

مهم‌ترین نمود اثر جزیره‌ای، کوچک‌شدن اندازهٔ موجودات جزیره‌نشین است (← فصـ. ۱۷، ۲۷ و ۲۸). در مورد پرندگان جزیره‌نشین معمولاً این تأثیر متفاوت است. پرندگان جزیره‌نشین، به‌خصوص در جزایر دورافتاده‌ای که شکارچی‌ها و تخم‌دزدهایی مثل موش‌ها و گربه‌ها و سگ‌ها در آنجا پیدا نمی‌شوند، قدرت پرواز خود را از دست‌می‌دهند و به حیوانات زمینی چاق و بزرگ و تنبل تبدیل می‌شوند. جثهٔ خزندگانی مثل مارها و پستانداران کوچکی مثل موش‌ها هم در جزایر به‌خاطر رقابت شدید بر سر غذا معمولاً بزرگ‌تر از حد معمول در قاره‌ها می‌شود.

اثر جزیره‌ای چگونه باعث کوچک‌شدن جانوران بزرگ می‌شود؟

محدودیت منابع غذایی، به‌ویژه گیاهان، مهم‌ترین دلیل کوچک‌شدن جثهٔ جانوران بزرگ در جزیره‌هاست. در شرایط محدود، جانورانی که زودتر به سن بلوغ می‌رسند و توانایی تولیدمثل پیدا می‌کنند، موفق‌ترند. اگر در جمعیتی بزرگ از گیاه‌خوارانی که در چنین شرایطی قرار دارند، برخی افراد بتوانند با خوردن غذای کمتر و رشد کمتر زودتر از دیگران تولیدمثل کنند، در نسل‌ها بعدی به تدریج نسبت فرزندان این افراد به فرزندان بقیهٔ که به غذای بیشتری نیاز دارند، بیشتر و بیشتر می‌شود؛ بنابراین، آرام‌آرام متوسط اندازهٔ کل جمعیت کاهش‌می‌یابد.

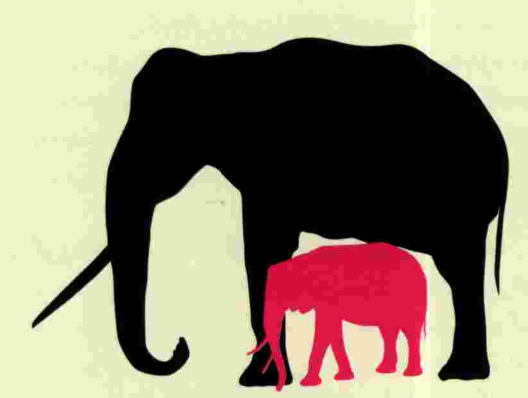
پیش‌تر در مورد تکامل ناهم‌زمان صحبت‌کردیم (← فصـ. ۱۶) و گفتیم که تکامل ناهم‌زمان دو نمود اصلی دارد: بارزترشدن تدریجی نشانه‌های ثانویهٔ جنسی طی نسل‌های پی‌درپی (که به پیدایش جانوران غول‌پیکر، شاخ‌دار، خاردار و یا پردراز منجر می‌شود)، و دیگری کم‌رنگ‌ترشدن تدریجی نشانه‌های ثانویهٔ جنسی طی نسل‌های پی‌درپی (که به پیدایش جانوران کوچک‌تر و «بچه‌نما» می‌انجامد).

در اثر جزیره‌ای دقیقاً همین نمود دوم از تکامل ناهم‌زمان رخ می‌دهد و جانورانی با جثه‌های کوچک‌تر و کمترین نشانه‌های ثانویهٔ جنسی پیدا می‌شوند که توانایی تولیدمثل پیدا کرده‌اند.

بنابراین، انتظار داریم که نرخ رشد در جانورانی که تحت اثر جزیره‌ای قرارگرفته‌اند، از خویشاوندان ساکن سرزمین‌های اصلی آن‌ها کمتر شده باشد.

فیل مدیترانه‌ای

فیل مدیترانه‌ای در برخی جزیره‌های دریای مدیترانه زندگی‌می‌کرد. این گونه که خویشاوند نزدیک فیل‌های آسیایی بود، به‌تازگی منقرض شده است. نکتهٔ عجیبی که در مورد این فیل وجود داشت، جثهٔ کوچک آن بود. فیل‌های بالغ این‌گونه، تنها اندکی از یک گوسفند معمولی بزرگ‌تر می‌شدند. علت کوتوله‌شدن این فیل‌ها اثر جزیره‌ای بوده است.



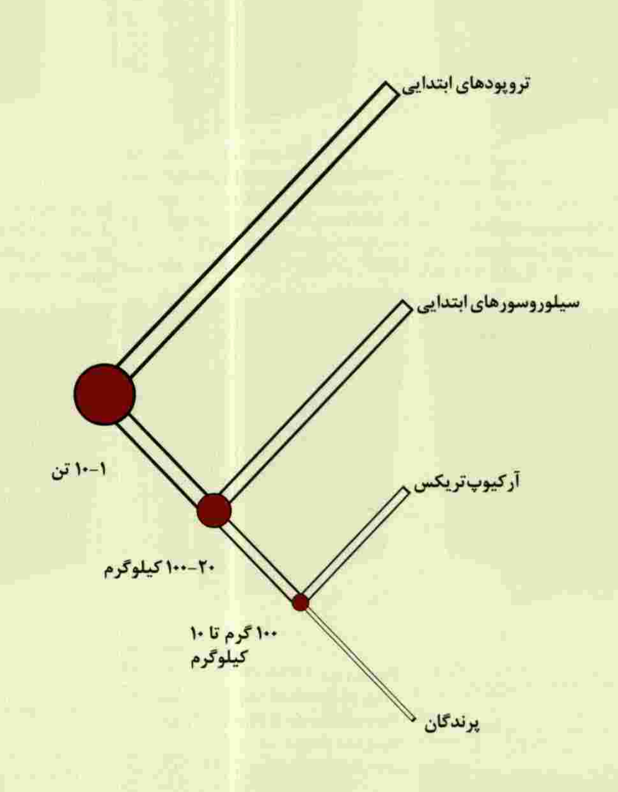


یوروپاسورِس

یوروپاسورِس (← فصـ. ۲۷) و ماگیاروسورِس (← فصـ. ۲۸) دو نمونه از سوروپودهای بسیار کوچک ساکن جزایر اروپا هستند. بررسی بافت استخوانی این دایناسورها نشان‌می‌دهد که رشد استخوان‌ها سرعت کمی داشته و خیلی زود تحت تأثیر هورمون‌های جنسی متوقف شده است.

کوچک‌شدن تدریجی جثهٔ تروپودها و پیدایش پرندگان

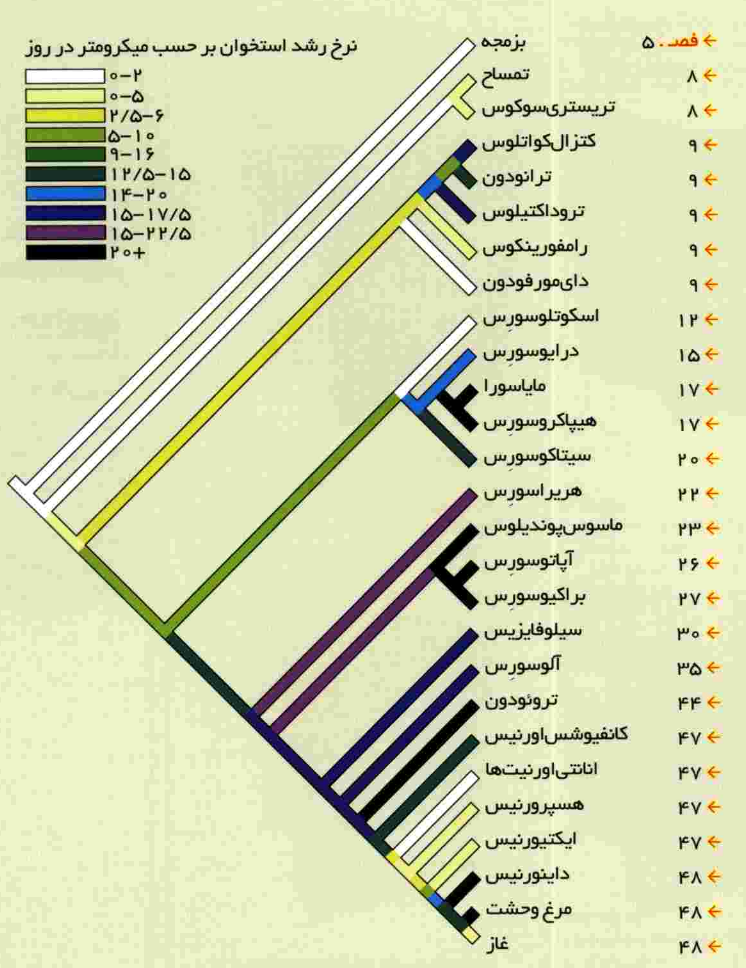
پرندگان، به‌عنوان نمونه‌هایی زنده از تروپودها، حیواناتی بسیار سبک و کوچک‌اند. همان‌طور که دیدیم، این جثهٔ کوچک ابتدا در یومانی‌راپتورها پیداشد و پرندگان بدن‌های سبک و کوچک خود را از آن‌ها به ارث بردند (→ فصل ۴۳-۴۸). در این درخت تبارزایشی ساده‌شده می‌توانید کوچک‌شدن تدریجی اندازهٔ بدن را به سمت پرندگان ببینید.





کم‌شدن نرخ رشد در آوین‌ها

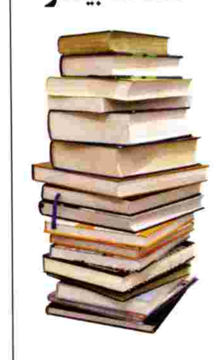
این درخت تکاملی، نرخ رشد استخوان‌ها را بر اساس میکرومتر در روز، در چندین نمونهٔ مختلف از آرکوسورها از جمله در کروکودیل‌ها، تروسورها و بسیاری دایناسورها نشان می‌دهد (→ فصل ۳۷). می‌توانید ببینید که در تروسورها و دایناسورها، که سوخت‌وساز بالاتری دارند (→ فصل ۳۵)، نرخ رشد هم افزایش‌یافته و در دایناسورهای غول‌پیکر، این میزان به بیشترین حد خود رسیده است (→ فصل ۲۸). جالب است که در سیلوروسورها نیز نرخ رشد بسیار زیاد است اما ناگهان در تبار آوین‌ها فوق‌العاده کم می‌شود. این کم‌شدن نرخ رشد از تکامل ناهم‌زمان در آوین‌ها حکایت دارد و می‌تواند نشان دهد که آوین‌ها تحت اثر جزیره‌ای، نرخ رشد کمتر و جثه‌های کوچک‌تری داشته‌اند.



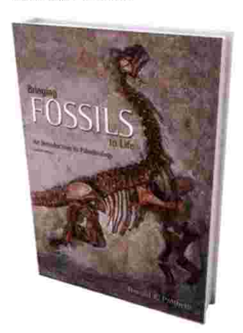
ردپای داینونیکوسورهای ایرانی

ردپایی که اخیراً در کرمان شناسایی شده و احتمالاً مربوط به ژوراسیک بالایی است، حاوی چند اثر پای دو انگشتی است. چنین آثاری مشخصاً مربوط به داینونیکوسورها هستند (→ فصل ۴۳-۴۵)؛ بنابراین، احتمالاً به یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌های یومانی‌راپتورها تعلق دارند. از آنجا که اثر جزیره‌ای در تکامل آوین‌ها و پرندگان نقش مهمی داشته است، باید منتظر سنگواره‌های بهتری از ایران باشیم که مربوط به نخستین مراحل پیدایش یومانی‌راپتورها و آوین‌های کوچک مربوط‌می‌شوند.

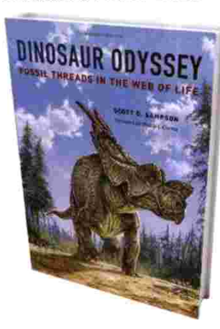
برخی کتاب‌های مأخذ، برای مطالعهٔ بیشتر



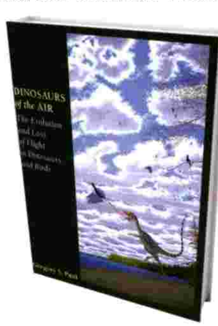
Bringing Fossils To Life: An Introduction To Paleobiology
Donald Prothero; McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 2nd edition. 2003



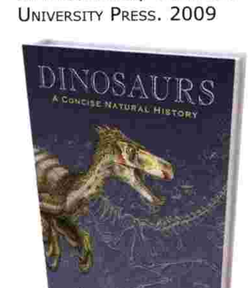
Dinosaur Odyssey: Fossil Threads in the Web of Life
Scott D. Sampson; University of California Press. 2011



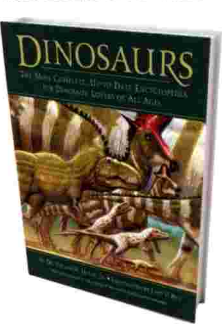
Dinosaurs of the Air: The Evolution and Loss of Flight in Dinosaurs and Birds
Gregory S. Paul; The Johns Hopkins University Press. 2002



Dinosaurs: A Concise Natural History
David E. Fastovsky & David B. Weishampel; Cambridge University Press. 2009



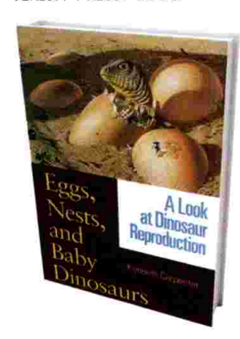
Dinosaurs: The Most Complete, Up-to-Date Encyclopedia for Din - saur Lovers of All Ages



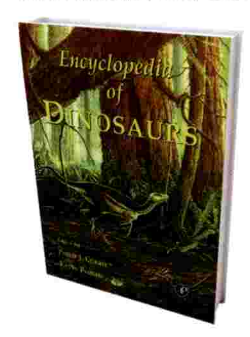
Dynamics of Dinosaurs and Other Extinct Giants
R. McNeill. Alexander; Columbia University Press. 1989



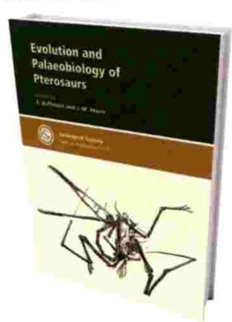
Eggs, Nests, and Baby Dinosaurs: A Look at Dinosaur Reproduction
Kenneth Carpenter; Indiana Un - versity Press. 1999



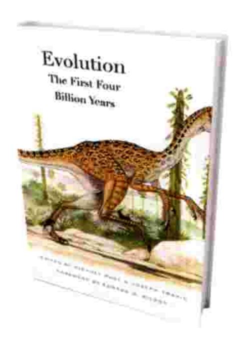
Encyclopedia of Dinosaurs
Philip J. Currie & Kevin Padian. Academic Press. 1997



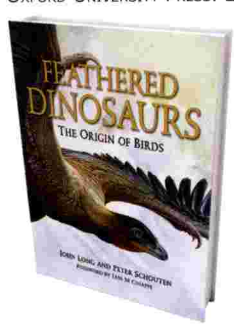
Evolution And Palaeobiology of Pterosaurs
Eric Buffetaut & Jean-michel Mazin; Geological Society of London. 2003



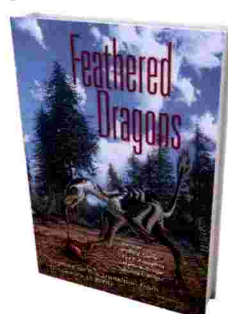
Evolution: The First Four Billion Years
Michael Ruse & Joseph Travis; Belknap Press of Harvard University Press. 2009



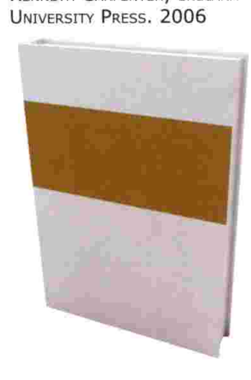
Feathered Dinosaurs: The Origin of Birds
John Long & Peter Schouten; Oxford University Press. 2008



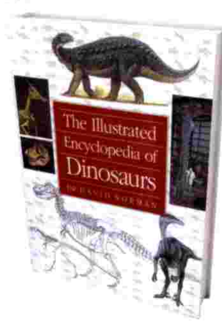
Feathered Dragons: Studies on the Transition from Dinosaurs to Birds
Philip J. Currie, Eva B. Ko - pelhus, Martin A. Shugar & Joanna L. Wright; Indiana University Press. 2004



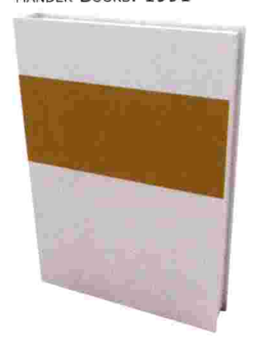
Horns and Beaks: Ceratopsian and Ornithopod Dinosaurs
Kenneth Carpenter; Indiana University Press. 2006



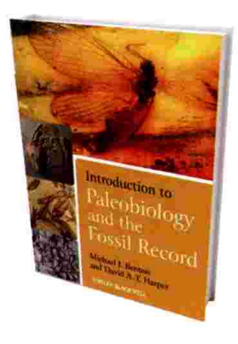
Illustrated Encyclopedia of Dinosaurs
David Norman; Salamander Books. 1985



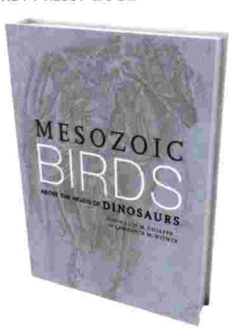
Illustrated Encyclopedia of Pterosaurs
Peter Wellnhofer; Sal - mander Books. 1991



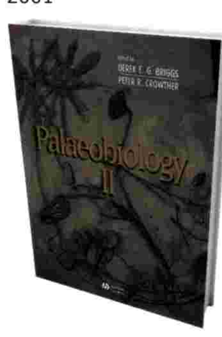
Introduction to Paleobio - ogy and the Fossil Record
Michael J. Benton & David A. T. Harper; Wiley-Blac - well. 2009



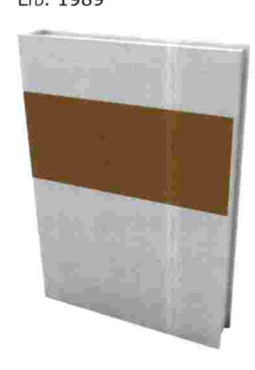
Mesozoic Birds:
Above the Heads of Dinosaurs
Luis M. Chiappe & Lawrence M. Witmer. University of Califo-nia Press. 2002



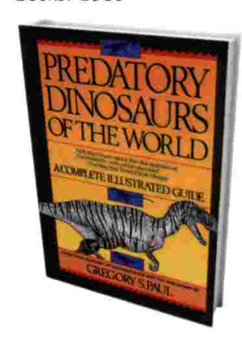
Palaeobiology II
Derek Briggs & Peter R Crowther. Wiley-Blackwell. 2001



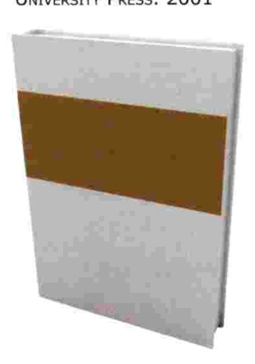
Palaeobiology:
A Synthesis
Derek Briggs & Peter R Crowther. Blackwell Science Ltd. 1989



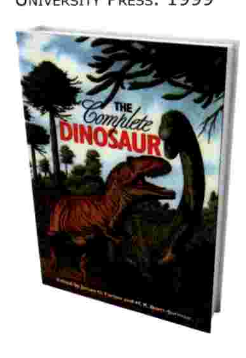
Predatory Dinosaurs of the World:
A Complete Illustrated Guide
Gregory S. Paul; Touchstone Books. 1989



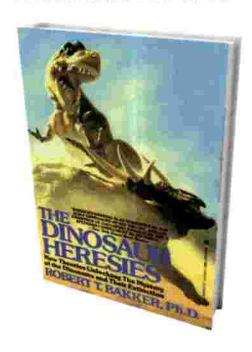
The Armored Dinosaurs
Kenneth Carpenter; Indiana University Press. 2001



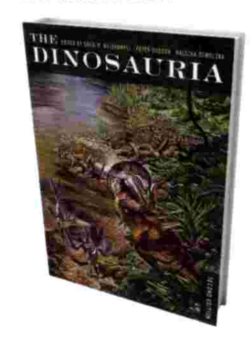
The Complete Dinosaur
James O. Farlow & Michael K. Brett-Surman; Indiana University Press. 1999



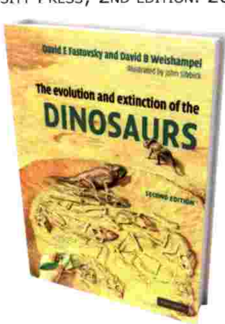
The Dinosaur Heresies:
New Theories Unlocking the Mystery of the Dinosaurs and Their Extinction
Robert T. Bakker; William Morrow & Company 1986



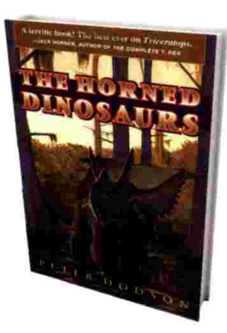
The Dinosauria:
Second Edition
David B. Weishampel, Peter Dodson & Halszka Osmólska; University of California Press; 2nd edition. 2004



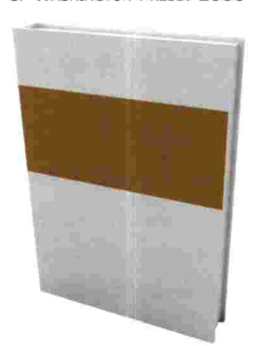
The Evolution and Extinction of the Dinosaurs
David E. Fastovsky & David B. Weishampel; Cambridge Unive-sity Press; 2nd edition. 2005



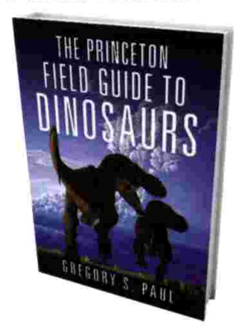
The Horned Dinosaurs
Peter Dodson; Princeton Unive-sity Press. 1998



The Inner Bird:
Anatomy and Evolution
Gary W. Kaiser; University of Washington Press. 2008



The Princeton Field Guide to Dinosaurs
Gregory S. Paul; Princeton University Press. 2010



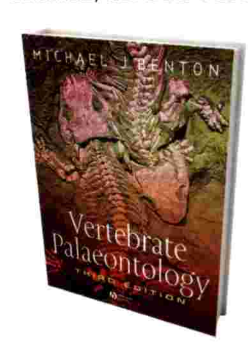
The Pterosaurs:
From Deep Time
David M. Unwin; Pi Press. 2005



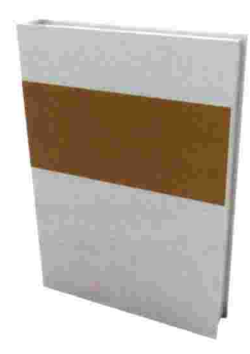
Vertebrates:
Comparative Anatomy, Fun-tion, Evolution
Kenneth Kardong; McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 6th edition. 2011



Vertebrate Palaeontology
Michael J. Benton; Wiley-Blackwell; 3ed edition. 2004



فسیل‌شناسی مهره‌داران
محمدرضا کبریایی‌زاده، عرفان خسروی و کورش رشیدی؛ انتشارات دانشگاه پیام نور. ۱۳۸۹.



واژه‌نامه

استخوان پیش‌دندانی (Predentary): استخوانی که در دو تبار سایلی‌سوریدها و دایناسورهای اورنی‌تیسکین در جلوی آروارهٔ پایین ظاهرشده و احتمالاً حمایت‌کنندهٔ منقار شاخی آن‌ها بوده‌است. وجود این استخوان در نوک آرواره نشان‌دهندهٔ گیاه‌خوار بودن این موجودات است. این استخوان برخلاف دیگر استخوان‌های آرواره دندان ندارد.

استخوان تهیگاهی (Ilium): یکی از سه استخوان لگن در مهره‌داران که به مهره‌های خاجی متصل می‌شود.

استخوان جناغ (Sternum): استخوانی در سمت شکمی قفسهٔ سینهٔ مهره‌داران که ماهیچه‌های سینه‌ای به آن متصل می‌شوند. در بسیاری از دایناسورها جناغ، کوچک و غضروفی است اما در نمونه‌های پروازگر، جناغ استخوانی و بزرگ است. جناغ پرندگان همان استخوان بزرگ سینهٔ آن‌هاست و نباید به استخوان چنبری آن‌ها، که Yشکل است و در جلوی سینه قراردارد، جناغ گفت.

استخوان چنبری (Furcula): استخوانی Vمانند یا Yمانند که در تروپودها از به‌هم پیوستن استخوان‌های ترقوه تکامل‌یافته‌است. در پرندگان این استخوان را به اشتباه «جناغ» می‌نامند.

استخوان روسترال (Rostral): استخوانی در داینسورهای شاخ‌دار در نوک آروارهٔ بالا تکامل‌یافته و معمولاً شبیه به منقار طوطی است.

استخوان شرمگاهی (Pubis): یکی از سه استخوان لگن در مهره‌داران؛ در گروه‌های مختلف داینسورها این استخوان در وضعیت‌های مختلفی قرارمی‌گیرد.

استخوان‌های کف دست (Metacarpal) یا کف پا (Metatarsal): استخوان‌های درازی که میان مچ و بندهای انگشتان قرارمی‌گیرند.

استخوان نشیمن‌گاهی (Ischium): یکی از سه استخوان لگن در مهره‌داران.

استخوان هلالی (Semilunate Carpal): استخوانی نسبتاً بزرگ در مچ دست مانی‌راپتورها که به انعطاف‌پذیری مفصل مچ، توانایی در شکارگری و تکامل پرواز در آن‌ها کمک‌کرده است.

امید به زندگی (Survivorship): بخت یک جاندار برای زنده‌ماندن در مدت زمان مشخص، که معمولاً به‌صورت میانگینی برای همهٔ افراد یک جمعیت یا گونه از جانوران به‌کار می‌رود.

انشعاب سازش‌پذیرنده (Adaptive Radiation): زمانی که تنوع زیستی در یک ناحیه از میان برود، گونه‌های باقی‌مانده با فرصت‌طلبی و به‌سرعت حلقه‌های خالی زیست‌بوم را پرمی‌کنند. درحالی که تکامل یک گونه ممکن است چند میلیون سال به‌درازا بکشد، انشعاب سازش‌پذیرنده طی مدت کوتاهی (مثلاً چندهزار سال) می‌تواند چندین گونهٔ جدید ایجادکند. هرکدام از این گونه‌ها می‌تواند بعدها به یک تبار بزرگ تبدیل‌شود. رده‌بندی تبارزایشی چنین تبارهایی بسیار دشوار است؛ زیرا هر شاخه از درخت به جای جداشدن دوشاخه، چندشاخه‌می‌شود.

انقراض (Extinction): از میان رفتن همهٔ نمایندگان زندهٔ یک تبار؛ اگر از یک تبار حتی یک گونه هم باقی بماند، آن تبار منقرض‌شده محسوب‌نمی‌شود. برای مثال، بیشتر تبارهای داینسورها مدت‌ها پیش منقرض‌شده‌اند اما از آنجا که پرندگان هم یکی از تبارهای داینسورها هستند، نمی‌توان داینسورها را منقرض‌شده دانست.

انقراض توده‌ای (Mass Extinction): یا «انقراض جمعی» از میان رفتن تعداد زیادی از موجودات زنده به‌طور هم‌زمان. معمولاً انقراض‌های جمعی به‌دنبال وقایع فاجعه‌بار طبیعی رخ‌می‌دهند اما فرایند انقراض‌های جمعی با مقیاس جهانی مدت زمان بیشتری طول‌می‌کشد و فرایندی تدریجی است. ما در زمان حاضر با یک انقراض توده‌ای جهانی روبه‌رو هستیم که مثل انقراض داینسورها تا مدت‌ها زمین را به برهوتی خشک تبدیل‌خواهدکرد.

انگشت شست دست (Pollex) یا پا (Hallux): انگشت نخست دست یا پای مهره‌داران خشکی‌زی. انگشت شست معمولاً یک بند کمتر از انگشتان دیگر دارد. در بسیاری از داینسورها انگشت شست دست روبه‌روی انگشتان دیگر دست قرارمی‌گرفت. در تروپودها، انگشت شست دست حذف‌شده و انگشت دوم دست دقیقاً همان ساختار و نقش را پذیرفته بود. پرندگان امروزی هم که از تبار همین داینسورها هستند، در بال‌هایشان سه انگشت دوم و سوم و چهارم را دارند.

بازدانگان (Gymnosperms): گیاهانی که دانه‌دارند اما میوه‌ای ندارند که دانه‌شان را در بربگیرد. جینگوها، سیکادها و مخروط‌داران معروف‌ترین بازدانگان هستند. دانهٔ این گیاهان درون اندامی میوه‌مانند به نام مخروط قرارمی‌گیرد. تفاوت مخروط با میوه در همین جاست که دانه‌ها روی فلس‌های مخروط هستند و با فضای بیرون مرتبطاند. توجه داشته باشید که بازدانگان یک تبار محسوب‌نمی‌شوند و در رده‌بندی جایی ندارند.

بافت‌شناسی (Histology): دانش مطالعهٔ بافت‌های جانداران. بافت مجموعه‌ای از یاخته‌های هم‌شکل و همکار است.

برون‌گرما (Ectotherm): جانداری که گرمای مورد نیاز برای زنده‌ماندنش را باید از محیط به‌دست بیاورد.

بوم‌شناسی (Ecology): دانش مطالعهٔ جانداران در محیط زیستشان و بررسی روابط آن‌ها با یکدیگر.

بومی‌شدن (Endemicism): تکامل و گونه‌زایی یک تبار در یک ناحیهٔ محدود جغرافیایی.

بهرهٔ مغزی (Encephalization Quotient): یا «شاخص مغزی‌شدن»، میزان نسبی پرشدن جعبهٔ مغزی از مغز است.

پانگه‌آ (Pangaea): قاره‌ای عظیم که پیش از پیدایش داینسورها از به‌هم پیوستن صفحات قاره‌ای زمین به‌وجود آمده‌بود. شاید تغییرات آب‌وهوایی شدید ناشی از پیدایش چنین خشکی عظیمی بود که باعث انقراض وسیع پیش از داینسورها و زمینهٔ پیدایش داینسورها را فراهم آورد.

پایادما (Homeotherm): جانداری که می‌تواند دمای بدنش را در دامنهٔ خاصی تنظیم‌کند و قسمت‌های مختلف بدنش دماهای تقریباً برابر دارند.

پنجه‌رو (Digitigrade): جانوری که در هنگام راه‌رفتن، تنها سطح زیرین انگشتانش با زمین تماس‌می‌یابد. معمولاً جانوران پنجه‌رو نسبت به جانوران کف‌رو توانایی بیشتری برای دویدن دارند.

پویادما (Poikilotherm): جانداری که با تغییر دمای محیط، دمای بدنش دچار تغییر می‌شود و اختلاف دما در نواحی مختلف بدنش زیاد است.

پیاز بویایی (Olfactory Bulb): قسمتی از مغز که محل دریافت پیام‌های بویایی است و در پشت بینی قرار دارد. هرچه پیاز بویایی بزرگ‌تر باشد، حس بویایی قوی‌تر است.

تبار (Clade): مجموعهٔ یک نیای مشترک و همهٔ موجوداتی است که از آن تکامل‌یافته‌اند. تبار مفهومی است که پس از مطرح‌شدن درخت‌های تبارزایشی اهمیت‌یافت. در رده‌بندی نوین که از دههٔ ۷۰ میلادی پذیرفته‌شده‌است، همهٔ گروه‌بندی‌های پذیرفته‌شده از موجودات زنده (یعنی همهٔ گونه‌ها، سرده‌ها، خانواده‌ها، رده‌ها...) می‌بایست مطابق با همین تعریف، یک «تبار» باشند؛ درغیر این‌صورت، گروه معتبری نخواهند بود؛ بنابراین، گروه‌هایی مثل فرمانرو آغازیان، گروه بی‌مهرگان و ردهٔ ماهی‌ها، در رده‌بندی نوین جایی ندارند. «ردهٔ خزندگان» هم درصورتی که پرندگان را از آن‌ها جدا کنیم، یک تبار نخواهد بود. به‌همین دلیل، پرندگان یکی از زیرگروه‌های ردهٔ خزندگان محسوب می‌شوند.

تکامل (Evolution): یا «تکامل از طریق انتخاب طبیعی»، نظریه‌ای که طبق آن افراد هر جمعیت یا گونه، تفاوت‌هایی بسیار جزئی و ذاتی با یکدیگر دارند و بسته به شرایط محیط زیست، برخی به‌خاطر همان تفاوت‌های ذاتی، بخت بقای بیشتری نسبت به دیگران پیدامی‌کنند؛ در نتیجه زاده‌های بیشتری تولیدمی‌کنند و از آن‌جاکه صفات ذاتی، موروثی هستند، زاده‌های افرادِ موفق در میان جمعیت افزایش‌یافته و به نسبت افراد بیشتری دارای این صفات خواهندشد. پس از چندهزار تا چند میلیون نسل، این تغییرات به‌تعداد بیشتر روی هم انباشته‌شده، و از آن‌جا که شرایط محیط برای هر جمعیت از جانداران متفاوت است، منجر به افتراق میان دو یا چند جمعیت که در ابتدا به هم شبیه‌بوده‌اند، خواهدشد و سرانجام به پیدایش گونه‌های جدید و متفاوت ختم‌می‌شود.

تکامل هم‌بسته (Co-evolution): تکامل دو جاندار مختلف، به‌طوری که به‌تدریج به هم وابسته‌تر شوند و در تکامل هم تأثیرگذار باشند.

تکامل هم‌گرا (Convergence): تکامل دو جاندار مختلف در شرایط یکسان؛ طوری که به‌تدریج به هم شبیه شوند.

تکوین (Development): رشد و کامل‌شدن اندام‌های رویان درون تخم یا بدن مادر.

تنوع‌زیستی (Biodiversity): گوناگونی حیات یا تنوع زیستی، به‌معنی تنوع گونه‌های زنده و پیچیدگی حلقه‌های بوم‌شناختی است. با از میان رفتن هرکدام از حلقه‌های بوم‌شناختی، تنوع‌زیستی کم‌تر می‌شود و زندگی حلقه‌های دیگر به‌خطرمی‌افتد.

خانواده (Family): یا «تیره»، یکی از سطوح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند سرده می‌شود. در رده‌بندی لینه‌ای، چند خانواده در کنار یکدیگر، یک راسته را تشکیل‌می‌دهند.

خشاب دندانی (Dental Battery): مجموعهٔ فشرده‌ای از دندان‌ها که روی هم قرارگرفته‌اند. معمولاً این دندان‌ها در کنار هم ساختاری شبیه رنده می‌سازند که طی جویدن، الیاف گیاهی را میان دو آرواره «رنده‌می‌کنند.»

خون‌سرد: ⟵ به پویادما، برون‌گرما

خون‌گرم: ⟵ به پایادما، درون‌گرما

دامنه (Domain): در رده‌بندی‌های نوین، همهٔ موجودات زنده در سه دامنه رده‌بندی می‌شوند. هر دامنه شامل یک یا چند فرمانرو است.

درخت تبارزایشی (Cladogram or Phylogenetic Tree): نموداری شاخه‌شاخه و درخت‌مانند که دانشمندان برای نشان‌دادن خویشاوندی میان تبارهای جانداران بر اساس شباهت‌های نمونه‌های مختلف آن‌ها، به‌کمک رایانه، ترسیم‌می‌کنند.

درون‌گرما (Endotherm): جانداری که می‌تواند گرمای مورد نیازش را خودش تأمین کند.

دفاع فعال (Active Defense): دفاع در برابر شکارچیان، در جانورانی که به‌جای مخفی‌شدن و دورشدن از دسترس شکارچی، از وسیله‌های دفاعی مثل شاخ یا گرزهای دمی استفاده‌می‌کنند.

دنبالچه (Pygostyle): استخوانی که از اتصال چند مهرهٔ انتهایی دم در برخی دایناسورها، به‌ویژه پرندگان تکامل‌یافته‌است.

دندان‌بندی (Dentition): شکل و تعداد دندان‌ها در مهره‌داران؛ در پستانداران، برخی دایناسورها و چند نمونه از کروکودیل‌ها، دندان‌بندی‌های نسبتاً پیچیده‌ای تکامل‌یافته که شامل دندان‌هایی برنده در جلو دهان (دندان‌های پیش)، دندان‌هایی تیز و سوراخ‌کننده در قسمت میانی آرواره‌ها (دندان‌های نیش) و دندان‌های بزرگ تکه‌کننده یا له‌کننده در عقب دهان (دندان‌های آسیا) است.

دنده‌های دروغین (False Ribs): زوایدی که از امتداد دنده‌ها به استخوان جناغ متصل‌می‌شوند.

دید دو چشمی (Binocular): توانایی دیدن یک منظره با هر دو چشم. دید دو چشمی باعث می‌شود که جانور بتواند فاصله و بعد را تشخیص‌بدهد. معمولاً شکارچی‌ها و جانوران درخت‌زی دید دو چشمی دارند.

راسته (Order): یکی از سطوح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند خانواده می‌شود. در رده‌بندی لینه‌ای، چند راسته در کنار هم یک رده را تشکیل‌می‌دهند.

رده (Class): یکی از سطوح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند راسته می‌شود. در رده‌بندی لینه‌ای، چند رده در کنار هم یک شاخه را به‌وجود می‌آورند.

رویان (Embryo): یا جنین جانوری است که هنوز درون تخم یا بدن مادر است و متولد نشده‌است. گاهی اوقات به مراحل آغازین رشد یک موجود درون تخم یا بدن مادر، رویان و به مراحل پایانی‌اش جنین می‌گویند. به دانش مطالعهٔ زیست‌شناختی رویان‌ها، رویان‌شناسی می‌گویند.

زایدهٔ بالاروندهٔ استخوان قوزک (Ascending Process of Astragalus): زایده‌ای مثلثی که در مچ پای دایناسورها و در جلوی ساق (استخوان درشت‌نی) آن‌ها قرارمی‌گیرد و از ویژگی‌های مشترک دایناسورها محسوب‌می‌شود.

سازند (Formation): مجموعه‌ای از رسوبات که طی فرایند زمین‌شناختی یک‌سان و دورهٔ واحدی ایجادشده‌اند؛ مثلاً رسوب خاکسترهای آتش‌فشانی در قعر دریاچه‌های چند میلیون سال پیش اطراف استان تهران، سازند کرج را ساخته‌اند.

سرده (Genus): یا «جنس»، یکی از سطوح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند گونه می‌شود. در رده‌بندی لینه‌ای، چند سرده در کنار هم یک خانواده را تشکیل‌می‌دهند.

سنگدان (Gizzard): بخشی از معده که ماهیچه‌های قوی آن غذای بلعیده‌شده را له‌می‌کنند و معمولاً برای عملکرد بهتر مقداری سنگ هم که جانور خورده است، به خردکردن غذا کمک‌می‌کنند. در کروکودیل‌ها سنگدان در سنگین‌کردن بدن و غوطه‌خوردن در زیر آب نقش مهمی‌دارد. در چندین گروه از دایناسورهای گیاه‌خوار هم، به‌ویژه پرندگان، سنگدان تکامل‌یافته‌است.

سوخت‌وساز (Metabolism): میزان و نوع مصرف مواد غذایی و به‌دست‌آوردن انرژی و گرما در موجودات زنده. معمولاً وقتی از سوخت‌وساز دایناسورها صحبت‌می‌کنیم، منظور «خون‌گرم‌بودن» یا «خون‌سردبودن» آن‌هاست.

شاخه (Phylum): یکی از سطوح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند رده می‌شود. در رده‌بندی لینه‌ای، چند شاخه در کنار هم یک فرمانرو را تشکیل‌می‌دهند.

غریزه (Instinct): نیرویی که رفتار جانوران را شکل‌می‌دهد. رفتارهای غریزی معمولاً با فرایندهایی مثل لذت و خشم همراه‌اند؛ یعنی، جانور به خاطر خشمگین‌شدن یا کسب لذت رفتاری را در پیش می‌گیرد.

فرگشت زیستی: ⟵ تکامل

فرمانرو (Regnum or Kingdom): بالاترین سطح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند شاخه‌می‌شود. در رده‌بندی‌های نوین، سطحی بالاتر از فرمانرو به نام دامنه درنظر گرفته‌می‌شود که شامل چند فرمانرو می‌شود.

فون (Fauna): مجموعهٔ جانورانی که در یک ناحیهٔ زندگی‌می‌کنند. در مقابل، به مجموعهٔ رستنی‌های یک ناحیه نیز فلور (Flora) گفته‌می‌شود.

کف‌رو (Plantigrade): جانوری که در هنگام راه‌رفتن، کف دست‌وپا و نیز سطح انگشتانش با زمین تماس پیدا می‌کنند. جانوران کف‌رو معمولاً سنگین‌وزن هستند.

کیسه‌های هوایی (Air Sacs): کیسه‌های بزرگی در بدن آرکوسورها که به شش وصل‌شده‌اند اما درون سینه، شکم، گردن و بازو امتداد دارند. مهم‌ترین نقش‌های کیسه‌های هوایی خنک‌کردن ماهیچه‌ها، سبک‌کردن وزن بدن و کمک به تنفس است.

گونه (Species): یا «نوع»، کوچکترین واحد در رده‌بندی لینه‌ای. گونه تعاریف متفاوتی دارد اما کاربردی‌ترین این تعریف‌ها، «تعریف زیست‌شناختی» آن است. طبق تعریف زیست‌شناختی گونه، جاندارانی که توانایی تولیدمثل جنسی با یکدیگر دارند، در یک گونه قرار می‌گیرند. در رده‌بندی لینه‌ای چند گونه در کنار هم یک سرده را تشکیل‌می‌دهند.

مفصل میان‌آرواره‌ای (Intramandibular joint): مفصلی است میان استخوان‌های دندانی در جلوی آروارهٔ پایینی از یک سو و استخوان‌های قسمت عقب آروارهٔ پایینی از سوی دیگر، در بیشتر دایناسورهای شکارچی. این مفصل باعث بازترشدن نسبی آرواره در دایناسورهای شکارچی می‌شده‌است. در تیرانوسوریدها مفصل میان‌آرواره‌ای ثابت‌شده و درعوض قدرت آرواره‌ها افزایش‌یافته‌است.

منقار (Rhamphotheca): پوششی از جنس کراتین (پروتئین سازندهٔ شاخ، پر، مو و ناخن) که سطح بیرونی و گاهی لبهٔ آرواره‌ها را در بسیاری خزندگان گیاه‌خوار یا خزندگان شکارچیِ بدون‌دندان می‌پوشاند. چندین گروه از دایناسورها، به‌ویژه پرندگان امروزی، دارای منقارشده‌اند.

مهره‌های خاجی (Sacral Vertebrae): قسمتی از ستون مهره‌ها که به لگن متصل‌می‌شود. هرچه دایناسور مهره‌های خاجی بیشتری داشته باشد، توانایی بهتری برای حرکت روی دوپا و حفظ تعادل دارد.

ناخن‌رو (Unguligrade): یا «سم‌رو»، جانوری که در هنگام راه‌رفتن، تنها ناخن‌ها یا سم‌هایش را روی زمین می‌گذارد.

ناهم‌زمانی (Heterochrony): تغییر در نسبت نرخ رشد قسمت‌های مختلف بدن طی تکامل که به تغییرشکل بدن در گونه‌های جدید منجر می‌شود.

نخستی‌ها (Primates): تباری از پستانداران که شامل موجوداتی مثل لمورها، آی‌آی‌ها، میمون‌ها و میمون‌های بی‌دم می‌شود.

نرخ رشد (Growth Rate): میزان رشد در واحد زمان.

نقرس (Gout): بیماری مفصلی ناشی از رسوب بلورهای اسید اوریک در مفصل‌ها.

وضعیت ایستایی (Posture): وضعیت قرارگیری پاها در مهره‌داران می‌تواند سه حالت داشته‌باشد. در دوزیستان و بیشتر خزندگان پاها در دوطرف تنه قرار دارند. در کروکودیل‌ها پاها به حالت نیمه‌عمودی هستند اما در پستانداران و دایناسورها آن‌ها کاملاً در زیر بدن قرار دارند.

نمایه

آ

ا

ب

پ

ت

ج

چ

ح

خ

د

ر

ز

ژ

س

ش

ط

ع

غ

ف

ق

ک

گ

ل

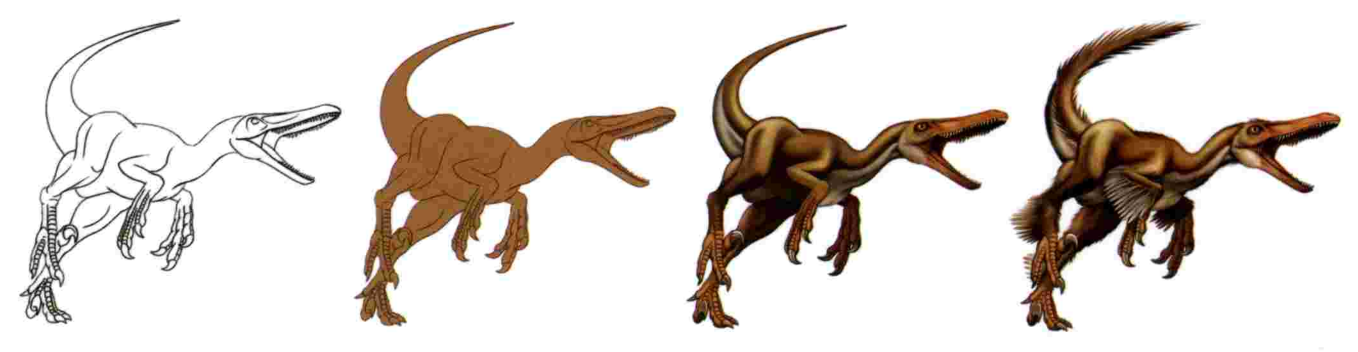
م

ن

و

نمایهٔ نام‌های علمی

نام خانواده‌ها و تبارهای بزرگتر با **حروف درشت** و نام سرده‌ها (جنس‌ها) با *حروف خوابیده* نوشته شده‌اند.



آنچه در این فرهنگ نامه می یابید:

• این کتاب با نگاهی علمی به تکامل و انقراض دایناسورها می‌کوشد در خواننده نگاهی مهربان‌تر نسبت به طبیعت ایجادکند و با ارائهٔ شواهد علمی از دورهٔ دایناسورها، خطرهایی که محیط زیست امروز ما را تهدیدمی‌کنند، به مخاطبان خود بشناساند.

• در این کتاب تازه‌ترین یافته‌های علمی دربارهٔ دایناسورها با نگاهی کاملاً علمی و آموزشی به زبانی ساده و ملموس برای همه، به‌خصوص دانش‌آموزان، گردآوری شده‌است. مطالبی از قبیل رانش‌قاره‌ها و تاریخ زمین، پراکنش دایناسورها در جهان، تنوع زیستی، انقراض، بوم‌شناسی، رفتارشناسی دایناسورها و بسیاری اطلاعات دیگر دربارهٔ دایناسورهای سراسر جهان، و سرانجام دانستنی‌هایی منحصر به فرد دربارهٔ دایناسورهای ایران از جمله مطالبی هستند که برای نخستین بار به شکل علمی و دقیق در مجموعه‌ای تا این‌حد منسجم تدوین و تألیف شده‌اند.

• برای علاقه‌مندان به زیست‌شناسی، تکامل، جانوران، سنگواره‌ها و تاریخ گذشتهٔ زمین

• صدها تصویر رنگی، جذاب و دقیق، که حاصل کار تصویرگرانی ماهر است، به‌طور اختصاصی برای این کتاب تهیه و ترسیم شده و با هدف کمک به مخاطب جهت درک بهتر مطالب در سراسر کتاب گنجانده شده‌اند.

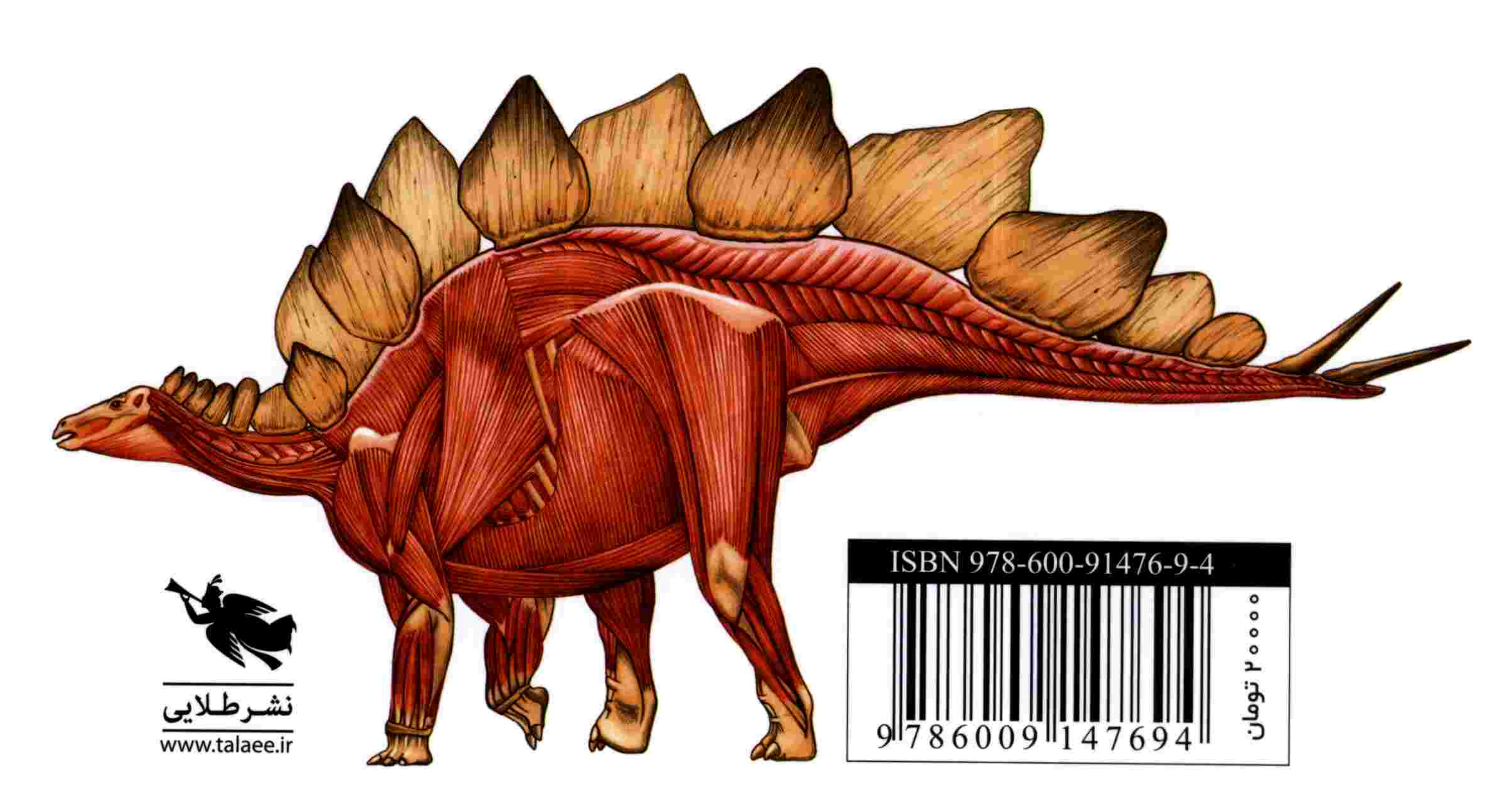
• اطلاعات یادشده همراه با نمودارهای جذاب و گویا، درخت‌های تبارزایشی کامل و نقشه‌های دقیق، درک و دریافت مطالب کتاب را آسان‌تر می‌کنند.

■ از مجموعهٔ فرهنگ طلایی منتشر شده است:

فرهنگ‌نامهٔ کلید دانش (**کتاب سال ۱۳۸۶**)، فرهنگ‌نامهٔ نام‌آوران (**کتاب سال ۱۳۸۸**) فرهنگ‌نامهٔ حیات وحش ایران (**برگزیدهٔ کتاب سال ۱۳۸۹**)، فرهنگ‌نامهٔ نجوم و فضا (**جدید**)، قصه‌های قرآنی(راه و چاه) (**جدید**)، فرهنگ‌نامهٔ دایناسورها (**جدید**)

■ منتشر خواهد شد:

فرهنگ‌نامهٔ قرآن، فرهنگ‌نامهٔ نوجوانی، فرهنگ‌نامهٔ تاریخ ایران، فرهنگ‌نامهٔ هنر، فرهنگ‌نامهٔ ادیان، فرهنگ‌نامهٔ مشاغل و ...



ISBN 978-600-91476-9-4

9786009147694

۲۰۰۰۰ تومان

نشر طلایی

www.talaee.ir